HISTORISCHES UND THEORETISCHES

ZU DER

LEHRE VON DEN SCHÄDELBRÜCHEN

SPEZIELL DEN

SOG. GEGENBRÜCHEN.

INAUGURAL-DISSERTATION

VERFASST UND DER

HOHEN MEDIZINISCHEN FAKULTÄT

DER

KGL. BAYER. JULIUS-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT WÜRZBURG

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

VORGELEGT VON

FRIEDRICH W. CHR. A. SCHROEN

PRAKT. ARZT IN ÜTTINGEN

AUS KASSEL (PROV. HESSEN).

WÜRZBURG.

C. J. BECKER'S UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI.

1902.

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Referent: **Herr Geh.-Medizinalrat Prof. Dr. Schönborn.**

Manibus

parentum carissimorum

. . . . . et . . . . .

uxoris matris venerabilissimæ

multo et perpetuo grātus filius

Auctor.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549820_0227

Motto: ad celebrem illam controversiam de contrafissura . . .

Joh. Bapt. Morgagni.

Die erste Kenntnis von den sogenannten Gegenbrüchen des Schädels wird weit in die Vergangenheit der klassischen Medicin zurückgelegt und ihre, aber immerhin nicht zweifellosen, Spuren beginnen bei dem Altmeister *Hippocrates*.[1] In seiner Schrift περὶ τῶν ἐν κεφαλῇ τρωμάτων finden sich die Worte: ὀστέον τιτρώσκεται ἄλλῃ τῆς κεφαλῆς ἢ ἦ τὸ ἕλκος ἔχει ὤνθρωπος καὶ τὸ ὀστέον ἐψιλώθη τῆς σαρκός. — πέμπτος οὗτος τρόπος. καὶ ταύτην τὴν ξυμφοξὴν ὅταν γένηται οὐκ ἂν ἔχοις ὠφελῆσαι οὐδέν. — Jedoch schon *Hippocrates* schreibt — nach der Uebersetzung des *Foesius* — weiter: interrogandus quoque vulneratus, qualiter et quonam modo vulnus acceptum sit. Si vero minime conspicuum est os necne vitium aliquod habuerit, multo adhuc magis interrogatione utendum nudato etiam osse, qualiter et quonam modo vulnus illatum sit: was man als eine Aufforderung, nach einer eventuellen zweiten Gewalteinwirkung zu suchen, auffassen könnte.

Jo. Baptista Cortesius Bononiensis unterzieht die verschiedenen Lesarten jener *Hippocratischen* Aeusserung einer ausführlichen textkritischen Besprechung *(Annuntius, Phoesius, Vidius, Scaliger* und andere*)*. Er meint, dass *Hippocrates* diese Form überhaupt nicht beobachtet habe (quare apparet potius dicendum hunc casum minime *Hippocraticum* esse pg. 124), sondern dass die genannte Schrift eine litterarische Fälschung sei, zu der Zeit begangen, als der König *Ptolomäus* nach dem Bau der Alexandrinischen Bibliothek die gesamten Schriften des *Hippocrates* dieser zum Geschenk machen wollte und demnach die Werke dieser Koryphäe einen ganz bedeutenden Wert besassen. Mit dieser Annahme wird aber der erste Beobachter der Contrafracturen völlig mythisch.

Galen[4] bekennt sich als Gegner dieser sog. *Hippocratischen* Anschauung. Nach ihm sind Gegenbrüche völlig unmöglich: suturas calvariae esse a natura datas, ut ossa ipsius inter se divisa sint, ex pluribusque ossibus factum sit os capitis, quo nomine tutius securiusque universum redditur caput, ne videlicet laesio in una parte facta alteri oppositae communicari queat sed prohibeatur ob ossium conterminis ad suturas terminantibus. —

Jedoch erzählt er selbst eine Ausnahme dieser „Regel".

So konnten nun weiterhin Beide, Gegner wie Anhänger des Contrecoup, eine unzweifelhafte Autorität zur Stütze ihrer Meinungen über die Contrafractur anführen. In dem Streite Für und Wider schaarten sich unter die Aegide des *Hippocrates*, wie *Cortesius* angibt: *Cornelius Celsus, Soranus, Gentilis, Nicolaus Florentinus, Johannes de Vigo*, denen *Stoseh* (1732) noch beifügt *Hieron. fabric. ab Aquapendente, Ambr. Paraeus, Petr. Parrius, Dan. Senertus, Joh. Schenckius, Petr. Forestus, Nic. Tulpius, Joh. a Meckren, Stalpart van der Wiel, Frid. Lossius, Frid. Ruyschius, Paul Ammannus, Joh. Bohnius, Joh. Dolaeus, Christ. Joh. Langius, Theoph. Bonetus, Mich. Bernh. Valentini, Petr. Dionis, Joh. Jac. Mangettus.* — Zu *Galen* hielten ausser *Paulus Aegineta, Dinus de Garbo, Guido a Gauliaco, Amatus Lusitanus, Joh. Bapt. Carcanus, Petrus Tronus* — wie sie *Cortesius* anführt — auch *Jsb. de Diemer broeck.* In dessen Anatomia Lib. IX. 6. 4 ist zu lesen: quantum ad citata *Hippocratis* verba, ille non loquitur ibi de contrafissura, sed docet interdum pus sub cranio alia parte colligi quam qua os fractum est idque etiam nos aliquoties vidimus sed hoc nihil probat pro contrafissura. Diesen fügt *Stosch* noch den Namen *Joh. Bapt. Verduc* und *Car. Musitanus* bei. — Eine Mittelstellung, die Möglichkeit der Contrafracturen wenigstens bei nahtlosen Schädeln, nicht aber bei nahthaltigen zugebend, nahmen *Jacob. Carpens. Berengarius, Gabriel Fallopius, Johannes a Cruce* und *Franciscus Vertumnianus* ein.

Schon relativ früh tauchten die ersten Erklärungsversuche der Entstehung der Contrafissuren etc. bei ihren Anhängern auf, wenn sie sich auch nur in Form von Analogieen zeigten *(Soranus, Oribasius, Fabricius, Fallopius* etc.*)*.

Eigentlich ins Rollen kam aber erst diese Frage von scheinbar nur theoretischem Interesse, als im Jahre 1760 die französische Akademie als Preisaufgabe für 1761 das Thema ausschrieb: Établir la théorie des contrecoups dans les lèsions de la tête et les conséquences pratiques qu'on peut en tirer.

Es gingen 19 Memor ien ein, von denen jedoch nur eine die Antwartschaft auf den Preis erhielt. Auf das 2. Ausschreiben 1768 wurden 26 Bewerbungen eingereicht, unter welchen auch eine rein mathematische gewesen sein soll. Zum 3. Male 1773 wurde dasselbe Thema als Preisaufgabe gestellt, nachdem die Bearbeitung von *Grima* in den beiden ersten Bewerbungen als die beste erklärt worden war. Es wurden nun die Arbeiten von *Grima, Saucerotte, Sabourant* und *Chopart* gekrönt.

Damit begann die eigentliche Epoche der Vibrationstheorie, welche aber, wie erwähnt, schon in früheren Zeiten ihre ersten Anzeichen entdecken lässt. Von ihr wurde zur Regel erhoben, was sich zwar noch nicht bei *Hippocrates* findet, wohl aber schon bei *Soranus,* nämlich, dass die Stelle des Contrecoup dem Coup diametral gegenüber liege. Damit wandte man sich dem Erklärungsversuche der indirecten Basisbrüche zu. Im Allgemeinen deutete man den Vorgang derart, dass die von der Gewalt getroffenen Moleküle ihre Bewegungen an ihre Nachbarmoleküle übertrügen, dass diese Bewegungsübertragung nach allen Seiten um den Schädel laufe und dass ihr Treffpunkt infolge Summation der sich begegnenden Schwingungen unter Umständen dann fracturiert werden könne. — Aber schon in diesen Arbeiten finden sich Bemerkungen über die totale Formveränderung des Schädels infolge Gewalteinwirkung. Dieses Moment, das für die heutige Erklärung den Grund- und Eckstein abgibt, fand jedoch damals eine nur untergeordnete Wertschätzung. Es ist interessant zu beobachten, dass jede der 3 Haupttheorieen über den Contrecoup ihre Wurzeln in längst vergangene Zeiten senkt; schon war, so zu sagen, die Saat gestreut, wenn auch oft Jahrhunderte verflossen, ehe sie aufging und reifte. Noch war der eine Baum der Theorie scheinbar in vollem Blühen, während schon an seinen Wurzeln die scharfe Axt der Kritik zerstörend lag.

Der Contrecoup spielte damals eine ganz bedeutende Rolle als Trauma, wie schon aus der Krönung der *Bazille*'schen Schrift 1771 Exposer les effets des contrecoups dans les différentes parties du corps autres, que la tête et les moyens d'y remédier durch die französische Academie zur Genüge erhellt; man erklärte mit ihm so ziemlich alle traumatischen Folgen, die man anders nicht zu deuten verstand.

Die Vibrationstheorie genoss unbestrittenes Bürgerrecht im Reiche der Medicin, solange man ihre Voraussetzung als bewiesen annahm, d. h. solange man an das Entstehen von Wellen am

Schädel glaubte. Ihr Ansehen begann zu schwanken und schwand endlich vollends dahin, als der experimentelle Nachweis solcher Wellen von grösserer In- und Extensität in keiner Form gelang; von neuem begann die Arbeit der Gelehrten, diese Sphinx zu enthüllen. Schien es anfänglich nur von theorethischem Interesse zu sein, die richtige Erklärung für ihre Entstehung fern von dem Orte der einwirkenden Gewalt und ohne Zusammenhang mit ihm zu geben, das scheinbar Gesetzlose derselben auf bestimmte physicalische oder anatomische Verhältnisse zurückzuführen, so liess jetzt die Praxis auch die Frage aufwerfen, ob nicht Diagnose und Therapie ebenfalls Vorteile von der Lösung des Rätsels hätten.

Deutschen Forschern gelang es, die rechte Fährte zu finden; schon schien es, als ob das Ziel diesmal in Wirklichkeit erreicht würde, schon reifte die Frucht der suchenden Hand entgegen, als abermals von Frankreich eine neue fascinierende Theorie die deutschen Arbeiten zum Stocken brachte: es war die *Félicet*'sche Hypothese, die man im Gegensatze zu der ersten physicalischen französischen Theorie die „anatomische" nennen könnte. Auch sie ist nicht auf einmal entstanden, nicht ganz überraschend gekommen.

Hunauld, *Aurran*, *Béclard*, *Malgaigne* und andere hatten schon vor ihm in dem anatomischen Bau des Schädels die Bedingungen für die Contrafissuren gesucht, doch für ihre zum Teil geistreichen Hypothesen keinen reichen Beifall gefunden. Anders *Félicet*, der nicht allein behauptete, sondern auch bewies, was der behauptete. Seine Theorie fand namentlich in der *Anan*'schen, casuistisch und experimentell bestätigten Behauptung des Verlaufes der Frakturlinie auf dem kürzesten Wege zur Basis eine scheinbar unerschütterliche Bestätigung. Das *Aran-Félicet*'sche Gesetz schien die richtige Lösung des Problems zu sein und wurde fast allgemein dafür gehalten. Es bedurfte ziemlich langer Zeit, bis der helle Enthusiasmus, der nur sah, was für diese Theorie sprach, auch die nüchterne Kritik zu Worte kommen liess, welche gerade hervorhob, wann und wie oft *Aran-Félicet* versagten. Mehr und immer mehr brach sich dann vorzüglich auf Grund experimenteller Stuiden die Ansicht Bahn, dass *Aran-Félicet* nicht das Hauptmoment für das Zutandekommen der Contrafractur offen gelegt, wohl aber rein sehr bedeutsames Nebenmoment. — Eifriger als zuvor wurden von deutscher Seite den physicalischen Eigenschaften des Schädels wiederum Beachtung geschenkt, und sie führte in

den Arbeiten *Messerer*'s und *von Wahl*'s zu der Theorie, welche auch unseres Erachtens die richtige und definitive Lösung jener so vieluntersuchten über zwei Jahrtausend alten Frage darstellt. Von neuem kam die Physik zur Geltung. Es erwies sich, dass „jenes hohe Palladium", wie es *Reiser* nennt, jener Sitz der Intelligenz keine Ausnahme von den Gesetzen macht, nach denen ein kugelförmiges Gebilde bricht. Ob Kugel aus Stein, ob kugelförmiger Hohlraum aus Knochen — ob tote Masse, ob Träger intellektuellen Lebens — das Naturgesetz ist für alle gleich; es ist die Regel, und die Ausnahmen werden nur durch das Individuelle gebildet. Aber diese Ausnahmen sind nicht neue Gesetze, sondern nur Modificationen des Gesetzes.

Der Anhänger der *Messerer-v. Wahl*'schen Theorie wurden es immer mehr, der Gegner immer weniger, und seitdem es *Körber* gelungen ist, die „fracture à grand fracas", der Stein, an dem die *Félicet*'sche Hypothese scheiterte, einer befriedigenden und in den Rahmen der deutschen Theorie passenden Erklärung zuzuführen, ist unseres Erachtens die Sache so spruchreif geworden, dass die Hauptakten über den medicinisch so interessanten Fall geschlossen werden können. Was noch geliefert werden wird, kann nur Feinarbeit sein.

Im folgenden haben wir einen möglichst vollständigen Litteraturauszug, meist mit den Originalstellen, zu geben versucht.

Hippocrates[1] und *Galen*'s[4] Anschauungen sind schon oben angegeben. Zwischen ihnen wäre noch *Aur. Corn. Celsus*[2] zu erwähnen, er lehrt: solet etiam evenire ut altera parte fuerit ictus et os altera siderit.

In *Paulus Aegineta's*[6] medicinischen Werken findet sich: aut non per totam crassitudinem, sed circa externam solum superficiem usque ad secundam laminam. Quidam ad has differentias etiam resonitum apposuerunt, qui ex ipsorum sententia est ruptio calvariae in oppositis his quae percussae sunt partibus. Verum hi errant. Er schreibt weiter: Neque enim velut in quibusdam vitreis vasis, ut ipsi dicunt, etiam hic contingit. Illa enim eo quod vaena sunt, hoc perpetiuntur. Calvaria autem plena est et alioqui fortis. Etenim capite in multis aliis partibus percusso, velut in cadendo contingit fissura calvariae quae citra solutionem continuitatis cutis contingit, postea abscessu circa ipsam facto et hoc

secto apparens putata est ab ipsis iuxta oppositam plagae partem facta esse.

Gabriel Fallopius[7] beobachtete isolirten Sprung der lam. int. bei intacta externa an einem durch einen Schwertstreich verwundeten Brixener Scholaren. Die Entstehung dieses Bruches schreibt er der grösseren Sprödigkeit der lam. int. zu; es könne auch nur die äussere „in se ipsam cedere" die innere nicht, und deshalb springe sie. — Den Gegenbruch hat er bei gläsernen Gefässen entstehen sehen et ratio quare phiala contusa in una parte, in opposita frangatur, est aer contentus, qui recipit ictum et contusus et illisus currit ad partem posteriorem et frangit eam: quod autem aer potest hoc facere, patet; nam si potest scindere montes, turres et alia, multo magis et potest frangere partem oppositam phialae. Et cum hoc fiat ratione aeris inclusi Graeci recentiores vocaverunt hanc fractionem „apichima". Er aber sei der Ansicht, dass nicht die eingeschlossene Luft der Grund sei; denn an mit Wasser gefüllten Phialen habe er dasselbe beobachtet. Die Ursache sei in den „spiritus" der Körper zu suchen, die durch die Erschütterung in Bewegung gerieten: ergo si ista agitatio communicatur spiritibus, dato corpore circulari percutiatur in una parte, tunc isti spiritus concurrent per utramque partem corporis circularis et duplicatur contusio in parte opposita et ideo in parte opposita frangitur propter illam duplicationem . . . Cum impetus pervenit ad partem posteriorem calvariae, reflectitur et propter hanc reflexionem vasa lacerantur in parte posteriori et iste motus reflexus est valentior quam ille qui fit in parte anteriori, wofür er ein exemplum pulchrum anführt. — Denkt man sich an Stelle seiner Spiritus die Moleküle und den von ihm angenommenen „Tremor spirituum" in Wellenform ablaufen, so könnte man in *Fallopius* den Vater der späteren französischen Wellentheorie erblicken. — Er bezeichnet die Contrafracturen als selten; quia inter centum capita hominum non reperies unum caput sine suturis; ergo non fit et si fit, raro est, sicut rarasunt capita sine suturis.

Dieser letzten Ansicht ist auch *Ambroise Paré*:[8] et si tu m'objectes qu'on ne trouue gueres de cranes manques en sutures: je te responds qu'aussi peu souuent void-on telles fractures aduenir. Für ihn haben die Nähte die Bedeutung einer Ventilation: car le crâne estant en nostre corps comme une cheminée ou fourneau de la maison auquel toutes les fumées montent, si Nature l'eust fait tout d'un os les fumées n'eussent pu s'exhaler et par ainsi eussent esteint et suffoqué tout le corps.

Carcanus Leo[9] macht für die sog. Contrafracturen eine zweite unbeobachtete Gewalteinwirkung verantwortlich: si enim suturarum constructionis rationem perfectam habueritis, facile censebitis hoc neutiquam fieri posse ut scilicet ictus alicui capitis parti sit inflictus et cranium alia regione (opposita scilicet) sit fractum; quod si evenerit, hoc merito non unius, at duplicis ictus factum hoc esse dubio procul erit putendum . . . An einer anderen Stelle schreibt er: verum equidem est unius ictus solum modo in una parte facti gratia fieri posse ut in alia capitis regione rima contrahatur, ita tamen ut non ultra suturam haec fiat.

Petrimartyr. Tronus Novariensis[10] macht Front gegen die Worte in parte opposita, die man mit Unrecht in den *Hippocrates* hineininterpretiere: ad auctoritatem ergo *Hipporc.* dicamus, quod autor dixit, os findi altera in parte quam ubi os detectum est; per quam alteram partem non intelligit partem oppositam sed eam quae propinqua est parti laesae, in qua os detectum, exemplum est glacies quae interdum laeditur in una parte et frangitur in altera proprinqua tamen parti laesae . . . Ad *Celsum* dicamus eundem sentire quod sentit *Hippocrates*, nam et ipse dixit, id contingere in parte altera et non in parte opposita; diversa sunt haec duo, alterum et oppositum. Er macht auch einen wesentlichen Unterschied zwischen vulnus und ulcus, dem *Hippocratischen* ἕλκος; quod vulnus est solutio continui manifesta sine sanie, quae semper fit ab aliquo telo. Ulcus vero est solutio continui manifesta cum sanie.

Von *Soranus*[3] schreibt *Anton Cocchius* in einer Anmerkung: *Soranus* cuius scripta de vulneribus capitis adhuc extant voluit quemadmodum in vitro ita in osse capitis ictu unius partis non solum alteram findi sed contrariam, quam sententiam reperhendit *Paulus Aegineta* etc. etc. Wörtlich heisst die von *Cocchius* commentierte Stelle bei *Soranus*: ἀπήχημα δέ ἐστιν κατ' ἐνίως ἡ ἐκ τῶν ἀντικειμένων τοῖς πεπλήγοσι, μέρεσιν τοῦ κρανίου γενομένη ῥωγμὴ δίχα τραυμάτων τῶν ἐπικειμένων.

In derselben Collectio Nicet. des *Anton. Cocchius* ist eine Stelle des *Oribascius*[5] περὶ καταγμ. ἐκ τ' Ἡλιοδώρου. περὶ θλάσματος folgendermassen übersetzt: Si quando calvaria in pueris aliqua parte collidatur pressione et nihil inde molestum superveniat, consuevit iterum levari aequata reliquae parti naturaliter se habenti ab ipsa nempe cerebri membrana excitata.

In der περὶ καταγμ εκ τ' Γαλήνου findet sich: ceterum quae ab ipsis dicitur resonantia rima quaedam est quae non

quo fecit ictus, sed adverso loco fit, simili ratione ac in vasis fictilibus, quae altera parte percussa, in altera rimam accipiunt. Atque fieri id credibile est ubi robustum ac densum omnibusque suis partibus compactum fit quod percutitur, debile vero quod frangitur. —

Joh. Baptist Morgagni[25] leugnet zwar nicht das Vorkommen der Contrafracturen (compertae vero plures extant tum non recentes, tum etiam recentes observationes). Aber er muss auch ad celebrem illam controversiam de contrafissura bemerken, dass man dem Momente einer 2. Gewalteinwirkung, wie schon *Paul Aegineta, Berengar, Carcanus Leo, Diemerbroeck* betonten grössere Beachtung zu schenken habe „multo pauciora quam putent aliqui, invenies exempla, in quibus contrafissuram agnoscere te posse credas." Es sei auch zu beachten, ob die als Contrafissur angesprochene Spalte nicht mit der in loco affect. in Verbindung stehe, also, um einen späteren Ausdruck zu gebrauchen „irradiiert" sei. „. . . . nam fissura quae adversa in parte proponitur, ubi tantum fit, an a parte evidenter percussa aut ab alia huic propriore incipiens illuc usque producatur."

Jacob. Berengarius Carpensis[17] bezeichnet die Möglichkeit der Entstehung einer Contrabruchform als „perdifficile". Contingit etiam interdum quod aliquis percutitur in una parte cum lapide, ligno vel alia ex gravi, et in ea parte non rumpitur cranium, sed si forte ille cadit ad terram in opposita parte, vel obviat cum capite in parte opposita parieti vel alteri rei et rumpitur cranium in opposito non rupta cute, postea vel statim, vel ad tempus manifestatur ea ruptura et multi dicunt quod cranium est in oppòsito ruptum a prima contusione manifesta. Et in hoc multi decipiuntur."

Auch *Issbrand. de Diemerbroeck* kennt nicht e i n e unzweifelhafte Contrafractur aus eigener Beobachtung: Experientiae *Fallopii* etiam nostram adiungimus, qui in castris non centies, sed ducenties et pluries huiusmodi capite graviter percussos milites praecipue equites tractavimus, nunquam tamen ullam contrafissuram observare potuimus: interdum quidem fissuras in utroque latere invenimus, sed in eis solummodo quibus caput utriusque percussum fuerat." Es ist nichts Auffälliges darin zu finden, dass *Diemerbroeck* trotz des grossen Materiales keine Fissur fand, die er als Contrafissur gelten lassen durfte. Das lag an den Anforderungen und Bedingungen, die man bei einer solchen geltend machte: in opposita parte . . . . ohne Ver-

bindung mit der Stelle des Trauma und Ausschluss jeder möglichen 2. Verletzung. Auch für ihn dienen die Nähte der Gehirnventilation, ferner aber auch in *Galen*'scher Anschauung als Aufhalt der Bruchspalten . . . . si sine suturis sint capita ab externo incidente ictu vel casu facile rumpuntur longasque fissuras contrahunt.

Fabricius ab Aquapendente (1537—1619) erklärte die Entstehung der Contrabrüche durch die Wirkung der im Schädel eingeschlossenen Luft, qui parcourt — schreibt *Wagnerus*[16] — la substance des os et fait son effort dans la partie opposeé."

Andreas a Cruce soll nach demselben Autor bald die Luft bald die spiritus beschuldigt haben, während *Marcus Marci* einer physikalischen Anschauung huldigte. Er schiebt die Schuld einmal auf die sphäroide Gestaltung des Schädels und „à la violance du coup qui est resserreé dans un trop petit espace." — Was *Wagner*[16] selbst anbelangt, so unterscheidet er 2 Klassen von Contrecoupierung: einmal an den „parties contenantes externes comme le crâne" und zweitens ceux des parties contenues tels que sont ceux des vaisseaux, des membranes et du cerveau." Die isolirte Fractur der lamin. intern. rechnet er merkwürdiger Weise zu der zweiten Kategorie. — Die ihm bekannten Theorien finden keine Gnade vor seinen kritischen Augen; er meint „la cause prochaine du contrecoup dépend du fléchissement des particules intégrantes du crâne qui ,brisent sa texture. Da die Molekel der Schädelknochen durch Aethermoleküle allseitig von einander getrennt, geraten diese verschiedenartigen Moleküle auf eine Erschütterung hin in Bewegung gegeneinander; es kommt zu „vibrations". Solange die Masse fest genug, entsteht kein Bruch; andernfalls entsteht ein Riss und leichtestens in den fernsten Teilen, „qui sont celles qui ont le moins d'appui et qui ne peuvent pas communiquer le choc qu'elles ont reçu; le contrecoup doit suivant ces principes se former dans la partie opposée du coup puisque c'est celle qui en est la plus éloigneé."

Der Amsterdamer *Petrus Paav*[11] gibt auch die coeca rima zu, und ihre Entstehung nicht allein benachbart, sondern auch entgegengesetzt der Gewalteinwirkung. Er notirt auch von *Corn. Celsus* einen Fall von isolirter Fractur der lam. interna. — Anderer Ansicht ist *Jaques Guillemeau*[14]: mais telle fracture n'est iamais venue à ma cognoissance et ne me puis persuader, qu'elle puisse aduenir si ce n'est quand les sutures sont serrées et unies ensemble ,ou perdues depuis l'os frappé iusques à celuy qui se trouue à l'opposite fracturé."

Die Beobachtung des Bruches der lam. intern. bei intakter externa in einem Falle, wo er wegen indicat. vitalis zum Trepan gegriffen, lässt ihn schliessen: ce qui me fit croire . . . . lorsque la contrefente entre la partie opposite qui est descrite par les anciens, avoir esté entendue en un mesme os, pas la première table opposite à la seconde. Souvent aussi, sans que la première ny seconde table soit interessée, le diploè qui est entre-deux, est si fort contus que les veines . . . . se viennent à rompre . . . .“

Wie *Wagner* fasst auch *Henr. Sigism. Stosch* [18] den isolirten Sprung der lamin. int. als Contrafissur auf; er bezeichnet die äussere Tafel als zwar dicker, die innere aber als spröder. Bei ihm finden wir auch die Angaben, dass *Joh. Marcus Marci* den mathematischen Nachweis der Möglichkeit des Entstehens von Contrabruchformen zu erbringen versuchte, und dass *Leibnitz (Leibnitzius)* Versuche mit eisernen Ringen anstellte. —

Eine ganz neue auf anatomischen Anschauungen beruhende Erklärung suchte *Hunauld* [19] zu geben. Bei ihm ist der Schnitt der Nähte (la coupe) und die zwischen den Nahtzacken ausgespannte Membran (membrane qui est placée entre deux et qui fait partie de l'une à l'autre) von wesentlicher Bedeutung. Die Temporalia sind murs-boutans und „ils faut quils sooient, pour ainsi dire inébranlables dans leur situation . . . On ne sera point etonné de leur fermeté, en considérant de quelle façon chaque os des temps est engagé et assujetti par le moyen de l'occipital et du sphénoide.“ Die Nähte seien nun so angeordnet, dass sie einer Einbiegung sowohl als einer Ausbiegung Widerstand leisten könnten; das einzige Resultat jeder Gewalteinwirkung auf den Schädel sei, dass die Gewalt sich auf die Basisartikulationen übertrage und die Knochen zusammenpresse, und daher entstünden die Contrecoup-Brüche der Basis. —

Petro van Musschenbroek [21] ist erwähnenswert, weil man bei ihm Versuche über die Elastizität der Knochen findet, die er eine „imperfecta“ nennt; er findet Unterschiede bei hohlem und demselben vollen Knochen von dem gleichen Tiere. In dem Kapitel de cohaerentia et firmitate gibt er die Resultate seiner Prüfungen der Knochenfestigkeit; unter II schreibt er: os bovinum quodlibet latus $^2/_{10}$ poll. Rhen. fractum a Pf. 210. Auf Tab. XIX Fig. 11 bildet er die Abplattung einer Kugel beim Auffallen ab und schreibt weiter (caput de percussione): si autem sub pila non fuerit obex, sed in plena libertate et

percutiatur superius . . . . ovata fit non modo in parte superiori sed quoque in inferiori et utraque pars ad centrum (y) accedit.“ —

Hunauld's Erklärung muss keine grosse Anhängerschaft gefunden haben. *Ant. Louis*[20] scheint nicht ihr Partisan zu sein, wenn er auch nichts besseres an ihre Stelle zu setzen weiss; er schreibt: il y a effectivement des constructions assez constantes qui nous assurent que le crâne offre plus de résistance en certain endroit et qu'il est plus faible en d'autres . . . . Lorsque le coup portera avec violance sur un endroit qui présentera une résistance supérieure à la force de cette percussion, il n'arrivera rien dans l'endroit frappé; mais toutes les parties continues en sont nécessairement ébranlées. —

Aurran[22] dagegen suchte die Erklärung wie *Hunauld* teils im anatomischen, teils im architectonischen Bau. Aus seiner I. Beobachtung zieht er einen Schluss gegen die bekannte *Galen*-'sche Lehre der Bedeutung der Nähte; diese können vielmehr selbst auseinanderweichen. -- „On sait, que la partie écailleuse ou supérieure des temporaux est composée d'une seule table assez faible, transparente et par conséquent, fort fragile: il n'est donc pas étonnant si elle ne résiste pas à l'action d'un poids qui tombe sur la tête dont elle soutient toute l'action“. Im ganzen hält er sich an *Hunauld* in der Erklärung der Wirkungsweise der arcs-boutans der Temporalia. — Unter 6⁰ fährt er fort „que la portion inférieure de l'occipital est également exposée à l'action des contre-coups, étant à l'egard de la moitié supérieure de cet os, ce que les temporaux sont à l'egard des pariétaux. 7⁰ qu'on doit toujours craindre un contre-coup double ou simple aux différentes régions de la base du crâne selon les endroits qui auront été frappés. —

Mehée de la Touche[22] räumt einmal mit den „systemes de l'air ou autres“ auf, die ihm „paraissent absolument sans fondement.“ An der Uebertragung der Kraft scheint ihm auch nicht das Gehirn teil zu haben, sondern „les os du crâne sont seuls capables de favoriser le contrecoup; . . . la figuration de la tête favorise le transport du coup à la partie opposeé et cette transmission se fait d'autant plus aisément de la partie postérieure à l'anterieure ou de celle-ci à la postérieure que la tête est plus allongeé parceque les parties latérales forment un point d'appui d'autant plus solide qu'elles sont plus applaties . . . alors sil'endroit frappé resiste au coup la force de la percussion se transmet aisément à d'autres parties — und zwar, wie er

2 Seiten später schreibt: selon la ligne de direction que décrivait l'instrument en frappant, qu'à celles qui ont été frappées, et c'est communément sur le côté directement opposé au coup que les désordres ont lieu parce que c'est là le centre du point d'appui sur le quel se réunit particulièrement toute la force de la percussion lorsque les parties intermédiaires ont résisté. Cette loi n'est cependant pas invariable. — Die Ausbreitung der Kraft von dem getroffenen Punkte aus geschieht in einer Art frémissement ou titillation. — Er meint, dass die exacte Vereinigung der beiden Tabulae zum Entstehen der Contrabrüche beitrage; weiter: les irrégularités dans la composition des os donnent lieu à differants contre-coups . . . La multitude des contrecoups' dépend de la structure du crâne — womit er also das individuelle Moment würdigt. —

Hatte *Boerhaave* schon das Factum registriert, dass das Gehirn verletzt sein könne, ohne jegliche Verletzung der knöchernen Kapsel, so gab *van Swieten*[24] — citiert nach *Dulles*[97] — dazu die Erklärung, es geschähe durch den Gegenprall des Gehirnes gegen die dem Schlage entgegengesetzte Schädelseite; er machte auch — wie vorher schon *Jaques Guillemeau* — auf die reinen Diploeverletzungen ohne Bruch der Lam. ext. oder int. aufmerksam.

In der chronologischen Aufzählung folgen nun die von der französischen Academie inaugurierten Arbeiten von *Saucerotte*,[29] *Sabourant*,[30] *Grima*[27] und *Chopart*[28]. Durch alle diese Arbeiten geht ein gemeinsamer Grundzug; aber sie enthalten auch Andeutungen der Ansichten, die in bedeutend späteren Zeiten erst zum Siege gelangt sind. *Grima*[27] macht für das Zastandekommen der Fractur par contrecoup vor allem die „résistance fort inégale" der Teile verantwortlich; Gehirnverletzungen bei intacter Knochenkapsel sind bei ihm auch Contrecoupverletzungen: car si le crâne comme il arrive souvent résiste à la violance de la percussion, la commotion du cerveau et les solutions de continuité dans la substance à la partie opposée du coup établissent un véritable contrecoup, sans fracture.

Chopart[28] verlangt, dass „le corps choquant" proportionniert zur Schädelmasse sein müsse; andernfalls: il ne produirait qu'un effet local. — Auch er kennt die Inanspruchnahme der Totalelasticität d. h. die Formveränderung einer elastischen Kugel oder eines Sphäroides infolge einer Gewalteinwirkung: celles (scl. parties) qui sont diamétralement opposées (scl. à la percussion) s'appro-

chent du centre pendant que les autres qui sont dans un diamètre contraire s'en éloignent; la figure de ce corps devient elliptique. Er schreibt auch: les lésions de la tête par contrecoup ne dépendent point toujours d'une cause qui a agi immédiatement sur elle . . . une chute violente ou subite sur les fesses, sur les genoux ou sur les pieds occasionne quelquefois les mêmes accidents que certains chocs ou coups donnés sur la tête par ce que la partie frappée reçoit une quantité de mouvement qui se transmet successivement jusqu'au cerveau . . .

Interessant ist eine von *Chopart* mitgeteilte Beobachtung über Verdichtung der Hirnmasse infolge Sturzes: ein Verbrecher stürzte sich mit 15 Schritt Anlauf gegen die Gefängnismauern, Kopf voran; sofortiger lautloser Tod Bei der Schädelöffnung fand man, dass das Gehirn nicht mehr die knöcherne Kapsel ganz füllte und dass seine Substanz für Auge und Finger fester geworden war. Wie wir theoretisch entwickeln werden, kommt es auch bei der knöchernen Kapsel vorübergehend durch die Gewalteinwirkung zu einer verkleinernden Verdichtung. —

Der Dritte der von der Academie Gekrönten, *Saucerotte*,[29] findet in dem déplacement successif des parties, die Ursache, que les fragiles et les moins élastiques se rompent, sobald le crâne entrera dans des mouvements d'ondulation et décrira des portions d'éllipsoide plus ou moins grande, selon la forme et la direction du coup. — Es ist also er, der schon als neues beachtenswertes Moment die Kraftrichtung einführt. — „Que l'on fasse surtout attention que les régions latérales inférieures et postérieures inférieures sont les plus faibles et les moins élastiques du crâne n'étant composées que d'une seule table mince, sèche et fragile; d'où il suit qu'elles sont les plus exposées á l'action des contrecoups, étant la base des endroits de la tête les plus sujets à être frappés. — An einer anderen Stelle bringt et: la voûte qui forme le crâne est un assemblage de lignes plus ou moins courbes: c'est dans le déplacement prompt, et violent de leurs parties intégrantes . . . worauf bekanntlich erst in neuester Zeit Gewicht gelegt wurde.

Auch die liquides spielen beim Bruche eine Rolle: . . . le corps contondant mettant en action et chassant devant lui une colonne de liquide dont la base est au moins égale à la surface de ce même corps qui a été appliqué sur la tête, cette même colonne suivant la direction du coup va heurter avec violance une des parties d'ellipsoide, ou la colonne formée de solides et

de fluides souffrira à la base qui est sous l'endroit frappé par ce que c'est là que le transmet le premier effort du coup . . . ou bien cette même colonne obéissant à la percussion et étant chassée avec force contre la partie opposée au choc qui devient centripède, en vertu des lois d'ellipse . . . pourra y avoir lésions dans la partie opposée à la base . . . La fracture d'un os diamétralement opposé est une fracture prolongée, c'est véritablement ici une communication des mouvements; die Nähte können den Krafteffect wohl etwas abschwächen; deshalb wären die Contrecoupbrüche an einem nahtlosen Schädel leichter.

Eine verschiedene Entstehung der Contrafracturen an der diametral gegenüber gelegenen oder benachbarten Stelle behauptet *Sabourant*,[30] bei dem vorzüglich das ébranlement der Moleküle in Frage kommt.

Er chreibt: lorsqu'un coup a communiqué immédiatement sa force à l'un des points du crâne, ce point en est violément ébranlé et l'ébranlement se communique aux parties voisines . . . ce n'est même guères que par l'ébranlement des os qu'il arrive des lésions par contre coup . . . Les effets de cette percussion . . . doivent toujours se faire sentir . . . par les vibrationes que le coup a excitées en eux . . . Pourqu'un point du crâne autre que celui que le coup a frappé immédiatement se casse il suffit que l'ébranlement causé par le coup dans cet endroit soit supérieur à la résistance . . .

Si la contrefracture se fait dans la partie diamétralement opposée au coup elle sera toujours causée par une oscillation de dehors en dedans et se fera de la même manière que se fait la fracture dans l'endroit de la percussion et dans le moment de la plus grande compression du cerveau. Si elle arrive partout ailleurs, elle sera produite par une oscillation de dedans en dehors et dans le moment que le crâne est le plus écarté du cerveau dans cet endroit . . .

Ein Vergleich dieser Lehre mit den jetzigen Anschauungen ist nicht uninteressant.

Auch für den isolirten Sprung der lam. interna an gewissen Stellen fügt er neben der Sprödigkeit, Härte und Dünne — wie sie die früheren Autoren angeben — ein neues ursächliches Moment: die Unterstützung des inneren Bogens durch den äussern an den nicht getroffenen Stellen: il n'est guères possible que les fractures de la table interne arrivent ailleurs qu'à l'endroit du

coup ou à celui qui est diamétralement opposé parce que toutes les fractures du crâne sont presque toujours l'effet de la première inflexion des os. Or dans le temps de ces premières inflexions la table interne est toujours soutenue par l'externe dans tous les endroits qui ne sont pas l'endroit frappé ou celui qui est diamétralement opposè à cet endroit.

Klar spricht er aus: Les vives percussions excitent dans les parois du crâne de vibrations de toutes parts . . .

Von ihm scheint *Ch. Goupil*[31] manches entlehnt zu haben; er leugnet ebenfalls die Schutzwirkung der Nähte, die viel zu fest an einander befestigt seien und nennt das Sphenoid den „noyau central, le coin" — Auf eine Gewaltwirkung hin (Schlag, Fall auf den Kopf) sucht sich die Schädelform kraft ihrer Elasticität zu verändern. La courbe qui a reçu le choc tend à se redresser et revient ensuite à sa courbure naturelle; cette courbe éprouve par l'effet du choc des oscillations, qui se transmettent dans toute sa longueur et pourront même être transmise aux parties en contact avec elles. Die ungleiche Stärke und Dicke des Knochens ermögliche nun erst den Bruch. — Il peut encore arriver que l'effort étant porté sur le point le plus élevé de la courbe, il soit décomposé et que transmis de chaque côté les deux portions de l'effort soient réunies au même point vers les extremités des deux courbes. Les os situés entre ces deux extrémités recevant la totalité de l'effort ne peuvent y résister et se fracturent. Si dans le redressement qu'éprouve l'os frappé, sa table interne résiste moins que l'externe elle pourra se fracturer. — Widerstehen die harten Teile, so könne auch die Erschütterung auf die weichen übertragen werden: dans ce cas on devra, je crois, regarder l'affection du cerveau comme un véritable contre-coup et non comme l'effet de la commotion.

Er unterscheidet 4 Arten von Contrecoup-Brüchen:

1. Der getroffene Bogen bricht an irgend einer schwächeren Stelle. Wichtig ist die Kraftrichtung.

2. Brüche nach Teilung und Verlauf der Gewalt über die beiden Seiten hin mit erneuter Vereinigung an den Enden der getroffenen Bogen; on voit donc qu'en dernier résultat toutes les parties de l'effort viennent se réunir sur le sphénoide.

3. Isolirter Bruch der lam. int. — le choc tendant à opérer le redressement de l'os les deux lames tendent à se redresser également: or comme la lame interne est moins étendue que

l'externe elle doit se prêter plus difficilement au redressement et par conséquent se rompre, . . . dans cette espèce de contre-coup la fracture a toujours lieu dans l'endroit correspondant au point frappé ou du moins dans une partie trés-voisine du même os.

4. Verletzung des weichen Inhaltes. — Zum ersten Male wird die Seltenheit der Contrafracturen durch Feuerwaffen erwähnt; il est rare que les armes à feu produisent des contre-coups. — Bruch der Basis bei Fall auf Kopf ist bei ihm ein Contrecoup.

Sir Charles Bell[32] — citiert nach *Dulles*[97] — experimentierte an Kugeln; er fand die Verkürzung des Kugeldurchmessers in der Richtung der pressenden Kraft, ebenso wie die Verlängerung der senkrecht dazu stehenden Durchmesser, ohne jedoch daraus die richtigen Schlüsse über Berstung zu ziehen.

Auch *G. Fricke*[33] lehrt, dass Erschütterungen, die auf den ganzen Kopf vorzüglich auf den Scheitel wirken, nach allen Seiten ausgebreitet werden, und da sie sich von allen Seiten in der Basis, vorzüglich in oder um den Türkensattel herum wieder vereinigen, diesen Teil vorzugsweise heftig treffen. Wären die Schädelknochen nicht gewölbt, sondern flach, so würde die Gewalt des Schlages nicht von ihnen weggeleitet werden, also in den allermeisten Fällen sie selbst fracturiren. Selten fand er zwei völlig getrennte Knochensprünge in der Basis; meist vereinigten sich dieselben und zwar gewöhnlich im Türkensattel. — Art und Kraft der verletzenden Gewalt schien die Art des Sprunges zu bedingen. — Am seltensten scheinen Verletzungen des Stirnbeines Sprünge in den Grundknochen zur Folge zu haben.

v. Kern[34] kennt als das Springen begünstigende Eigenschaft der inneren Tafel nur ihre Sprödigkeit. Bei der Definition des Sternbruches lässt er die Spalten von dem Orte der angreifenden Gewalt „ausgehen", nicht in ihm „sich vereinigen".

Jac. Reiser[35] bezeichnet die Brüche an den Schläfenbeinen als gefährlicher, weil die Spalten sich gewöhnlich bis auf die basis cranii „erstrecken", auch er ist also gewissermassen für eine Irradiation wie *v. Kern*.

Boyer[36] — teils auch citiert nach *Forgues*[66] und *Michel*[44] — trennt 4 Kategorien von Gegenbrüchen:

1. dem Schlage selbst e diametro entgegengesetzt,
2. Knochen, der mit dem getroffenen in Gelenkverbindung,

3. getroffener Knochen selbst, aber an einer nicht getroffenen Stelle.

4. isolierte Brüche der lam. int. —

Die Trennung der Nähte ist stets Wirkung des Contrecoup.

Si le crâne offrait partout une résistance égale, il ne pourrait jamais se fracturer ailleurs que dans le point frappé. En effet, comme le mouvement imprimé aux os par la percussion va toujours en diminuant à mésure qu'il se propage dans tous les points du crâne, il en résulte que s'il n'a pas été assez fort pour produire une fracture dans le lieu frappé, il ne pourra la produire ailleurs. Mais comme la résistance n'est pas la même partout, les points de cette boîte osseuse, si elle est inférieure au mouvement communiqué, se fractureront comme si un corps de pareille intensité les avait frappés immédiatement — wie schon ähnlich *Sabourant* sich ausdrückte. — Lorsque le corps vulnérant à une surface peu étendue, la force du coup se trouve pour ainsi dire concentrée et la fracture arrive dans l'endroit même de la purcussion au lieu que si la surface de l'instrument est large, le mouvement se communique à toute l'étendue du crâne et les endroits plus faibles que le point même qui a été frappé se facturent pendant que ce point résiste.

Je weiter die angreifende Gewalt von solcher schwachen Stelle, desto seltener sind die Contrecoûpbrüche, daher um so seltener, je näher die Kraft der Sagittalnaht angreift. Das gilt nicht allein für die fract. indirectes par prolongation d'une fracture de la voûte, sondern auch für die fractures indirectes par prolongation de l'ébranlement — wie *Michel* sagt.

Eine Ergänzung der *Hunauld*'schen architektonischen Erklärung sucht *J. F. Malgaigne*[37] zu geben. *Hunauld* habe wohl den Widerstand der Parietalia verständlich erklärt, nicht aber den der Temporalia. Nach *Béclard* und *Velpeau* teile sich die auf das Temporale wirkende Gewalt mittelst des Felsenbeines dem hintern Teil des Sphenoidkörpers mit, „qui est aussi l'aboutissant de la portion du choc ressenti et transmis par l'occipital; et en forçant un peu les analogies, c'est sur le sphénoide encore que le frontal prend un point d'appui. Ainsi, un coup reçu sur le vertex devra transmettre le contrecoup aux rochers et à la partie postérieure du corps du sphénoide; et c'est de cette manière et dans cet endroit que s'opèrent la plupart des fractures par contrecoup de la base du crâne“ . . .

Mais cette théorie n'explique pas encore comment les temporaux résistent à l'effort des pariétaux pour les rejeter en dehors: ils font office de murs-boutans, mais qui soutient ces murbautans?

Hunanld n'a pas poussé assez loin ses observations; il aurait vu qu'il y a de chaque côté un veritable arc-boutant, constitué par l'arcade zygomatique et soutenu par les os maxillaires supérieurs; une partie du choc porté sur la voûte crânienne est donc transmis à ceux-çi, mais sans pouvoir en aucune manière nuire à leur harmonie; en effet ce choc leur arrivant par l'arcade zygomatique tend à les porter l'un contre l'autre plutôt qu'à les séparer; en conséquence le crâne isolé représente pour la résistance une sphère, mais fort irrégulière et peu solide par les côtés; tandisque les os de la face forment au-dessous comme une autre moitié de sphère qui reçoit la première et renforce et soutient les parties les plus faibles. On peut ajouter que la partie antérieure du crâne trop faiblement liée au sphénoide prend aussi de plus solides points d'appui sur l'appareïl de renforcement de la face . . . Si le choc tombe d'applomb sur le vertex, la base du crâne à raison de son aplatissement et de son étendue éprouvera, si on peut le dire, un contrecoup disseminé.

Ueber die Nähte ist er der Ansicht: la disposition des sutures semble avoir été calculée pour résister de la manière la plus favorable aux choc extérieures. La voûte, proprement dite, par exemple résiste à la manière des voûtes architecturales . . . Aus der unregelmässigen Schädelgestaltung: on peu déjà conclure que les chocs qui heurtent le crâne ne reno vient pas des contrecoups toujours réguliers comme dans une sphére ou un ovoid parfait; et qu'on ne saurait les soumettre aux lois de calcul, c'est ainsi ce que démontre l'expérience . . .

Chassaignac[38] — citiert nach *Forgues*[66] — behauptete von einer hohlen, elastischen und homogenen Kugel que . . . la rupture se produira au sommet des courbes dont la courbure serait augmentée et non dans les points directement soumis à la percussion.

Im Jahre 1884 veröffentlichte *Aran*[30] über die Basisbrüche eine Arbeit, die Aufsehen erregte, aber doch erst durch ihre Combination mit der späteren *Félicet*'schen Arbeit zur allgemeinen Wertschätzung kam. Er lässt nur 2 Brüche par contrecoup noch

gelten: la fracture d'un os voisin de l'os frappé et la fracture qui se produit dans un point diamétralement opposé à la chute ou à la percussion; die isolirten Brüche der lam. int. entstehen durch Eindrücken mit Ueberschreiten der Elasticitätsgrenze. Die fracture d'un os dans un point autre que celui qui a reçu le choc entsteht bei breit auftreffender Gewalt durch Elasticitätsunterschiede. — Basisbrüche nach Sturz auf die Füsse sind keine Contrecoupbrüche, die überhaupt sehr selten seien. — Neu sind von ihm eingeführt die Brüche par irradiation. Toutes les fois que la base du crâne est fracturée sans que la cause vulnérante ait agi sur cette portion de la boîte osseuse, la fracture est dite „indirecte" et non par contrecoup, ainsi que l'on le trouve tout au long, dans les ouvrages récemment publiés. En effet, cette espèce de fracture peut se produire de deux manières: par irradiation, par prolongation d'une fracture de la voûte, par propagation de l'ébranlement jusqu'à cette partie du crâne, comme l'indique le nom de contrecoup.

Man sieht, auch er vermochte sich noch nicht aus den Fesseln der Wellentheorie zu befreien. — Er stellte Versuche an mit Köpfen und Schädeln, Fall und Schlag, aus einer Höhe von 2—3 m. Er beobachtete dabei niemals Basisbrüche par contrecoup ohne Bruch in loco collisionis; die Gewölbebrüche erreichten durch Irradiation gewöhnlich die Basis, auf dem kürzesten Wege, selbst quer die Nähte durchsetzend, meist in bestimmter Richtung und nach bestimmten Basisregionen verlaufend und sich häufig mit fractures indépendantes vergesellschaftend (celles qui ne peuvent être rattachées aux irradiations de la fracture primitive et qui coincident avec un ébranlement considérable ainsi qu'avec de tres nombreuses fractures).

Er fand, dass vom Scheitel aus die Bruchlinien vor allem in die mittlere Schädelbasisgrube zögen, ebenso von den Schläfen aus, von der Stirn dagegen in die vordere, und vom Hinterkopf aus in die hintere, so dass also seiner Ansicht nach zur Bestimmung des Verlaufes der Brüche par irradiation in den meisten Fällen die Kenntnis des loc. collis. genüge . . . . l'isolément de la partie centrale de la fosse moyenne n'est rien moins qu'absolue puisque cette partie se trouve placée au même niveau que la portion éthmoido-frontale et est très solidement unie à la partie médiane de cette portion; que le rocher placé entre les deux régions moyenne et postérieure fait partie de ces deux régions et se trouve par là doublement exposé à des chocs et

des fractures . . . Les fractures indirectes par irradiation de la base du crâne sont les plus nombreuses de toutes les fractures de cette base; elles constituent au moins $^{99}/_{100}$ de ces fractures.

Die Löcher in der Basis erleichtern das Schwingen derselben nach der Erschütterung, erschweren somit das Entstehen von Brüchen. Als unerlässliche Bedingungen für das Zustandekommen der Contrecoupbrüche bezeichnete er die Elasticitätsr unterschiede der Schädelknochen und breites Auftreffen deg Gewalt. Dass die Basis durch diese Irradiationsbrüche so häufin getroffen werde, geschähe: la base du crâne est composée ee général d'os très minces, circonstance évidemment défavorable à toute espèce de résistance. Des dispositions spéciales tella que la flexibilité plus grande de ces parties constituantes etc l-protègent contre les ébranlements violents, tant que la continuité du sphéroide crânien n'est pas interrompue. Aussitôe que cette continuité cesse d'être complète, si toute la puissanc, n'a pas été employée à produire la fracture au point percuté la portion restante du mouvement s'exerce naturellement sur les parties les moins épaisses et les moins résistantes. Or comme les parties inférieures de la voûte et la plus grande partie de la base présentent ces dernières conditions il n'est pas difficile de concevoir pourquoi les fractures par irradiation se portent plutôt dans la direction de ces parties que dans tout autre."

Im wesentlichen bewegen sich nun alle weiteren Arbeiten bis zu *Félicet* auf den schon eingeschlagenen Bahnen, zum Teil sind sie auch kritischer Natur. *Guthrie*[40] — citiert nach *Dulles*[97] — zweifelt an den Contrafracturen der Parietalia oder Temporalia, konstatiert aber Fracturen der Basis bei Verletzungen des vertex als „among the commonest accidents of surgery". Eine Theorie der Contrabrüche gibt er nicht. —

Sigmund A. J. Schneider[42] scheint *Aran*'s Arbeit nicht gekannt zu haben. Er bezeichnet die Schädelgrundknochen als die „dicksten, härtesten" und verlangt eine „furchtbare Gewalt" zu ihrer Fracturierung. Ein Auseinanderweichen der Nähte komme „wohl nur bei jugendlichen Subjecten" vor. — Er nimmt die *Boyer*'schen Kategorien von Contrabrüchen noch an; die der Gewalt e diametro gelegenen Brüche „sind unter allen die häufigsten und kommen vorzüglich an der Schädelgrundfläche, an der sella turcica und an der pars petrosa des Schläfenbeines, seltener dagegen am for. magn. und am proc. orbit. des Stirnbeines vor." „Der durch eine äussere schädliche

Gewalt getroffene Schädel wird nämlich von derselben in zweierlei Schwingungen versetzt: in eine grosse Schwingung seiner Gesamtmasse und in kleine Schwingungen aller seiner Teilchen.“ Er führt auch *Küttlinger*'s[43] Schädelformeinteilung als wichtiges Moment an. Dieser glaubt die Ungleichheit der durch stumpfe Werkzeuge verursachten Verletzungen des Schädels bei der Gleichheit der äusseren ursächlichen Momente in der Conformation und Structur der knöchernen Schädelkapsel suchen zu müssen. Er unterscheidet deshalb

a) fast runde, mithin kugelförmige Schädel,

b) solche, bei welchen die Stirne schräg aufwärts nach dem höchsten Punkte läuft, daher eiförmige Schädel,

c) solche, welche von allen Punkten des Umfanges unter gleichen Winkeln gegen den höchsten Scheitelpunkt zu laufen oder stumpfkegelige, endlich

d) solche, deren Scheitel plattgedrückt ist, daher kubische Schädel.

Wendet man auf diese so mannigfaltigen Schädelwölbungen die aus der Mechanik gezogenen Gesetze des Widerstandes in ihrer Anwendung auf die Architektonik an, so sieht man, dass der stumpfkegelförmige Schädel der am meisten dem Gewölbe nach der Wellenlinie (voûte d'ogive s. gothique) entspricht, den stärksten Widerstand gegen eine äussere Gewalt zu leisten vermag, weil ein solches Gewölbe erfahrungsgemäss am dauerhaftesten ist. Am wenigstens widerstandsfähig ist die platt gedrückte (kubische) Form, welche dem flachen Gewölbe (voûte plate) entspricht. In der Mitte dieser beiden steht die eiähnliche und kugelige Schädelform, bei welchem sich die grössere oder geringere Stärke wie die grössere oder geringere Wölbung ihrer Bogen zu einander verhält.“ — Dass *Aran*'s chemin le plus court, auf dem seine Irradiationslinien verlaufen, mit *Küttlinger*'s Schädelformen einen gewissen inneren Zusammenhang haben, glauben wir bei der Entwicklung unserer Analyse beweisen zu können. —

Die Verfasser des „Compendium de chirurgie pratique“ *Bérard, Denonvilliers* und *Gosselin*[41] sind natürlich mit den veröffentlichten Theorien völlig bekannt und es ist deshalb nicht leicht ihr Eignes von dem aufgenommenen Fremden zu trennen.

Klar ist ihre Erklärung der Basisbrüche durch Fall auf die Füsse: Toutes les parties du corps précipité sont animées

de la même vitesse; mais au moment où les pieds touchent le sol, le mouvement de descente est brusquement arrêté dans les membres inférieures d'abord, puis du proche au proche dans le reste du squelette. La tête descendant avec son mouvement uniformément accéléré trouve donc dans le rachis une résistance invincible et la portion qui s'articule avec cette tige osseuse c'est-à-dire la base est refoulée en haut avec une puissance et une vitesse proportionnées à la hauteur de la chute. De cette lutte entre les parties supérieure et inférieure du crâne, ainsi sollicitées à se porter à la rencontre l'une de l'autre résulte la fracture par contrecoup qui se produira nécessairement dans les points les plus faibles de la base du crâne et aux envrions de l'articulation occipito-vertébrale . . . Um einen Gegenbruch zu verursachen, muss der corps vulnérant . . . . agir sur le crâne par une surface large et aplatie afinque la boîte osseuse puisse résister à son action locale et immédiate . . . . Als neue Contrabruchform bezeichnen sie: [4] elle s'étend de celle-çi (nämlich de la blessure) à un ou plusieurs os neben der alten *Boyer*'schen Einteilung. — Sie lehren, Gewalteinwirkung auf den Scheitel sucht die Sagittalnaht nach innen, demnach die beiden Unterränder der Parietalia nach aussen zu treiben, wodurch wiederum vermittelst der Schläfenbeine die Felsenbeine gegeneinandergedrängt werden, „qui viennent presser par leur sommet contre l'apophyse basilaire de l'occipital. La boîte crânienne peut être en effet décomposée en quatre coins, deux latéraux ou temporaux un antérieur ou fronto-sphénoidal et un postérieur ou occipital, opposés par leurs sommets, se recevant réciproquement par des angles rentrants, ayant leur point de rencontre vers l'apophyse basilaire et le corps du sphénoide et se comportant tous de la même façon pour ce qui touche à la transmission du mouvement. Le résultat commun des impulsions partielles imprimées à chacun d'eux est donc de serrer les uns contre les autres, les os de la base du crâne et de concentrer là les effets de l'effort porté sur le sommet c'est-à-dire sur le point du crâne précisément opposé . . . On conçoit d'après cette exposé que si la partie du crâne qui a reçu le choc résiste, la facture pourra se faire, non pas au point opposé-car les mouvements qui y arrivent de toutes parts avec une vitesse et une force à peu près égales s'y neutralisent mutuellement-mais bien plutôt sur quelques uns des points intermédiaires et de preférence sur ceux que leur minceur, leur inclinaison ou leur courbure prédisposent à une rupture. — So müsse man schliessen;

in Wirklichkeit aber würden die meisten Contrecoupfracturen nicht an den Seiten-, sondern an den Basalteilen gefunden und zwar dank ihrer anatomischen Verhältnisse. Die Basis habe in ihrem Bau eine „disposition défavorable à la transmission régulière du mouvement, favorable au contraire à la rupture qui est la conséquence du contre-coup.“ In der Höhe der mittleren Schädelteile dagegen seien die Knochen von ziemlich bedeutender und gleicher Dicke und ausserdem werde durch die „apophyses nasales et orbitaires du frontal et zygomatiques du temporal . . . arcs boutants — eine Ableitung der Gewalt auf die Gesichtsknochen gegeben. Das Felsenbein sei nur scheinbar kompakt; nicht allein sei die Substanz desselben sehr spröde, auch die Kanäle begünstigen sein Brechen ebenso, wie die schräge Verlaufsrichtung, deshalb bräche es meist quer zur Achse. On voit aussi quelquefois quoique plus rarement des fractures parallèles ou très legèrement obliques par rapport à l'axe du rocher et pour celles-là il est bien difficile de trouver une explication suffisante“ — die Achillesferse der Theorie! — Bei den Schlägen senkrecht auf die Basis oder den Scheitel oder dicht daneben sei durch die gleiche Verteilung der arcs-boutants die Anordnung für erfolgreichen Widerstand sehr günstig. Leichter drohe aber eine Contrafractur bei Schlagrichtung von vorn nach hinten und umgekehrt oder von Seite zu Seite. Liege der Kopf dabei auf, so könne der Effekt des Contrecoup sich nur an den Zwischenteilen oder dem Auflagepunkt zeigen; wäre er frei, so ausserdem noch an dem direkt der Gewaltrichtung gegenübergelegenen, was zwar sehr selten sei. Dabei sei aber wohl zu berücksichtigen, dass der Kopf in seiner Bewegung gegen einen andern Gegenstand angeschlagen sein könne: il y a alors double chance de fracture directe et aussi de fracture par contrecoup et celle-çi est d'autant plus facile à produire dans ces conditions que les oscillations occasionnées par la première percussion ne sont pas encore éteintes au moment où s'y ajoutent celles que détermine la seconde. . . Lorsque le choc . . . vient de la partie supérieure . . . il est très-ordinaire de voir la fracture se continuer loin du point frappé vers la base du crâne. — Die den Schädel gradlienig völlig umkreisenden Risse erklären sie: c'est que la cause vulnérante, ou la largu er de la surface à laquelle elle s'applique presse toute une moitié de la tête dans un sens tandisque l'autre est retenue ou même entraînée dans un sens différent par le tronc avec lequel elle s'articule. Ce sont là

des cas mixtes . . . aussi bien au contre-coup qu'à l'action directe de la cause fracturante. Nahtdiastase sahen sie nie isoliert, ohne begleitende Fractur. Die These *Léon Franç. Michel*'s[44] aus dem Jahre 1854 enthält wenig Neues. Er betont, dass die Festigkeit des Knochens nicht allein von seiner Dicke abhänge, und erklärt die mitunter beobachtete Unregelmässigkeit der Verlaufsrichtung der Spalten mit der ungleichen Widerstandsfähigkeit der einzelnen Knochenstücke. In den Nähten sieht er zwar nur die Erinnerung an eine frühere Entwicklungsepoche, doch ist die Art der Nahtverbindung (sutures dentelées et écailleuses) von grosser Wichtigkeit. Die dünnsten und somit dem Brechen am meisten ausgesetzten Schädelteile unterzieht er einer genauen Aufzählung. Er spricht zuerst aus, was nach ihm später *v. Bergmann*, dass, wäre der Schädel überall gleich dick und gleich elastisch und wäre seine Gestalt die eines regelmässigen Sphäroides, sich dann die Bahnen der Fissuren mathematisch berechnen lassen müssten.

Mit *Victor Bruns*[45] begann deutscherseits die Aera, welche teils in kritischer Arbeit alte Anschauungen zerstörend, teils neue Gesichtspunkte entdeckend, auf dem Wege des Experimentes diese Jahrtausend alte Frage zu lösen versuchte. So ist denn auch die Litteratur der nächsten Jahre über diesen Gegenstand noch recht verschieden in ihrem Inhalte; das Gewand, mit dem die spröde Sphinx bekleidet, war ein sehr buntscheckiges. Alle diese verschiedenen Strömungen erhalten erst ein gemeinsames Flussbett, und eine gemeinsame Richtung, nachdem die lapidaren Arbeiten *Messerer*'s und *v. Wahl*'s über diesen Gegenstand erschienen waren. *Bruns* klemmte, um die Elastizität der Schädelkapsel festzustellen, den unverletzten Kopf zwischen 2 kleinen Brettern in einen Schraubstock und mass die Durchmesser an 4 diamentral gelegenen, von der Haut entblösten Stellen. Die Elasticität war nicht allein sehr „beträchtlich", sondern auch „vollkommen". Bei Verkleinerung eines Durchmessers vergrösserte sich der senkrecht dazu stehende. Es betrug bei: Compressio fronto-accip. die Abnahme 16.9, 16.5, 16.3, 16.4, 15 8 mm, die Querzunahme 15.4, 15.4, 15.7, 15.9, 15.9 mm; bei seitlicher Compression die Abnahme: 13.7—13.4—13.2—12.8—12.4—12.2, die Längenzunahme: 14.7—14.85—15.—15.2—15.5—15.5. — Das Alter ist nicht der einzige, die Elasticitätsgrösse bestimmende Factor, wie der Schädel eines Erwachsenen bei einer Querverkleinerung von 15 mm erst brach,

während der eines 12jährigen Knaben schon bei Verkleinerung desselben Durchmessers um 5 mm einen Basisbruch zeigte. Die Schädelverletzungen durch stechende und schneidende Werkzeuge basieren auf der Wirkung des Keiles; Fissuren, die sich direct an solche Verletzungen ansetzen, entstehen, „wie das Zerspringen eines hölzernen Brettes durch einen hineingetriebenen scharfen Keil."

In den Fusstapfen *Aran*'s marschierte *Ulysse Frélat*[46]; er erblickte in der etagenförmigen Anordnung der 3 Basisgruben ein Hindernis für die Ausbreitung der Basisfissuren. Diese Begrenzung werde bedingt durch die Zerlegung der einwirkenden Kraft au niveau des courbures, andernteils durch die foramina der Basis. Le plus souvent la fissure vient se perdre dans ces vides osseux .... La zone osseuse qui borde le trou occipital a pour éffet presque constant de dévier les fractures qui arrivent sur elle; elle les rejette vers le trou déchiré postérieur. — In den vielen Spalten etc. erkennt er ein systeme de défense; so würden durch dieselben sowohl die Orbita als auch das os petrosum geradezu von der übrigen Knochen isoliert, „qu'il ne participe pas aux vibrations qui animent lès régions postérieures de la boîte cranieme". Auch *Richet,* (Anatomie médico-chirurgicale pg. 255) komme betreffs des Felsenbeines zu demselben Schlusse: il me paraît évident que si les apophyses petrées si compactes eussent été soudées avec le corps du sphénoide, les chances d'ébranlement et de solution de continuité dans le rocher se fussent accrues. Brüche des Felsenbeines, perpendiculaire au niveau ou un peu en dehors du conduit auditif interne seien sehr selten und immer nur Folge einer beträchtlichen Gewalt. „J'ai dit une violance considérable et cela dispense de nous-creuser la tête pour trouver en vertu de quel mystère cet os si solide se brise" — kurz gesagt, er gibt es auf, sich weiter seinen Kopf zu zerbrechen, weshalb Köpfe brechen. Die Fracturen par contrecoup bezeichnet er als infinement rares. — Auch *Béclard* kann ihn nicht befriedigen; dessen Ansicht, dass „tout ébranlement du crâne vient centraliser son action sur la masse du sphénoide", nennt er eine „simple vue de l'esprit, que ne confirment ni l'observation ni l'expérience". — Er legt ein grosses Gewicht darauf, dass der Schädel nicht hohl sei: le sang, le liquide cephalo-rachidien agissent d'une manière éfficace en répartissant d'une manière plus égale les impulsions des chocs. Prenez un crâne vide et un crâne plein, soumettrez-les à la même expérience, vous verrez le premier volerx en eclats irréguliers, tandis que l'autre pourra ou résister complètement ou

n'offrir qu'une fracture peu étendue". — L'homogénéité, l'egalité de répartition des chocs voilà le mode de résistance de la voûte. Qu'on réfléchisse sur cette condition, on verra qu'à elle seule elle emporte la négation absolue pour la voûte au moins, de la théorie des contrecoups. Les résistances étant égales partout, le maximum d'intensité du choc se trouvant au point de son application, c'est là et non ailleurs que se produira la fracture si elle se produit. A mesure qu'on avance de la voûte vers la base on voit les conditions de résistance se modifier sensiblement . . . La voûte s'appuie sur la base par des portions osseuses plus solides qui lui servent pour ainsi dire de piles, ce que *Ratke* nomme les poutres du crâne: en avant la crête frontale interne qui s'appuie sur la masse centrale du sphénoide et de l'apophyse basilaire; en arrière la crête et la protubérance occipitale jouent le même rôle. La base du crâne forme avec la voûte un angle droit . . . Jamais un effort appliqué sur la voûte crânienne ne brise les os dans l'angle d'union de la voûte et de la base. – Auch diese kategorischen Imperative *Trélats* sind von der Zeit negirt worden.

Der Engländer *Hilton*[47] — citiert nach *Dulles*[97] — ist ein Anhänger der Vibrationstheorie; die Erschütterung werde vor allem nach dem process. clin. poster. und der Spitze des os petros. fortgeleitet.

C. O. Weber[48] behauptet, dass die Kopfknochen offenbar am wenigsten dem Einfluss des Alters unterworfen seien; führt aber auch an, dass der Schädel einer 27 jährigen Phthisica mit gracilem Knochenbau bei einer Belastung von 1015 ℔ brach, dagegen der Schädel einer an Peritonitis gestorbenen robusten Frau noch nicht bei 1250 ℔. Ueber die Gegenbrüche schreibt er, dass er versucht habe, diese Fracturen durch Versuche nachzuahmen und . . . „überzeugt, dass in der That durch sog. Contrecoup diese Doppelfracturen der Basis, die im Keilbein ihr Centrum haben und mit meist 4 – 6 sternförmigen Spalten gegen die Scheitelhöhe ausstreichen, entstehen. Schleudert man einen Kopf kräftig gegen einen steinernen Fussboden, so dass der Scheitel auftrifft, so entsteht dieselbe Sternfractur der Basis oft ohne jede Verletzung des Scheitels. Ebenso kann man dieselbe erzeugen, wenn man einen Schädel auf eine feste Unterlage auflegt und mit einem breiten Hammer Schläge gegen den Scheitel ausführt . . . gewissermassen wie beim Herabstürzen zwischen zwei Gewalten eingeklemmt . . . Unter dieser Doppelcompression

reisst der wenigst resistente und sprödeste Teil quer durch beide Schläfenbeine und durch das Keilbein, meist doppelt durch."

Ch. Houel[49] unterschreibt das *Aran*'sche Gesetz „je considére donc avec *M. Aran* que la plupart des fractures de la base du crâne ont lieu par une violance directe et qu'elles ne sont, le plus souvent, que l'extension des fractures linéaires de la voûte; seulement *M. Aran*, . . . n'admet point l'éxistance des fractures indirectes qui sont cependant démontrées aujourd'hui . . . Auch in dem Punkte schliesst er sich *Aran* an, puis-qu'il dit que les fractures par contrecoup ne peuvent avoir lieu que dans le cas où il y a de grands désordres. — Die in die mittlere Schädelgrube laufenden Fissurlinien sind nicht allein die zahlreichsten, sondern auch die interessantesten; sie verlaufen bald quer, bald parallel zur Felsenbeinaxe. Bei den Querbrüchen trennt er den senkrechten Verlauf von dem von oben aussen nach unten innen. Dass überhaupt das scheinbar so feste Felsenbein breche, sei einmal eine Folge seiner Lage, dann auch seiner Formation: . . . un tissu osseux fragile, cassant et de plus il est creusé de nombreuses cavités qui diminuent sa force de résistance."

E. Berchon[57] kommt bei der Analyse einer schweren Schädelsturzverletzung zu dem Schlusse, dass die Basisfracturen nicht par contrecoup entstehen, sondern d i r e k t „produite par le choc des vertèbres cervicales chargées de tout le poids du corps et agissant à la façon d'un bélier sur la base crânienne. . . .

Ebenso könnten die unabhängigen Fracturen im Occipitale und Frontale durch 2 nach einander wirkende Gewalten entstehen.

Trélat[46] welcher den Bericht über die *Berchon*'sche Arbeit gab, schätzte sich glücklich die Société mit einer Arbeit bekannt gemacht zu haben, die den seltenen Vorzug besitze, eine wahre und originelle Idee zu enthalten".

H. Meyer[52] argumentierte, dass die äussere Schädellamelle eine grössere Krümmungsfläche habe als die innere. „Daraus folgt nun schon, dass bei Ebenlegung beider Lamellen durch äussere Gewalt das Segment der innern Hohlkugel eine bedeutendere Gestaltveränderung erfahren muss als das entsprechende Segment der äussern Hohlkugel".

Hierin und weil sie beim Einwärtsdrängen „weniger Unterstützung gegen das Zerreissen findet (da freie Oberfläche) ist schon genügender Grund zur Erklärung von weitergehenden Sprüngen und Zerreissungen in der innern Lamelle. Bei der

innern Lamelle brauche man keinen grössern Sprödigkeitsgrad vorauszusetzen;“ er bietet folgende Analogie an: „denken wir uns 2 Scheiben (Glas) hinter einander aufgestellt, so wird sich die Möglichkeit des Falles leicht voraussehen lassen, dass eine Kugel gerade noch kräftig genug ist, um in die erste Scheibe ein rundes Loch zu schlagen, dagegen aber an der zweiten schon (zum Teil durch den Widerstand der ersteren) so matt ankommt, dass sie diese in weiterem Umfange zersplittert, und dieses Ereignis wird noch leichter dann eintreten, wenn der Raum zwischen beiden Scheiben etwa noch mit Stroh erfüllt ist, welches die Kraft der Kugel noch mehr schwächt. In einem solchen Falle wird es doch gewiss Niemandem in den Sinn kommen, bei der zweiten Scheibe einen grösseren Sprödigkeitsgrad vorauszusetzen“ . . . —

Ueber diese Entstehung des von *Dupuytren* zuerst beobachteten trichterförmigen Schusskanals (enger Ein-, weiter Ausschuss) existieren jetzt mehrere Theorien; es ist aber wohl beachtenswert, dass auch bei langsamer Compression zwischen 2 Bolzen derartige Kanäle erzeugt werden können. Die später von uns enwickelte Analyse wird auch dieses Phänomen zu erklären versuchen.

Aus demselben ahre 1862 stammt die erste Arbeit *Bernhard Beck*'s,[53—56] worin er den isolirten Bruch der Glastafel behandet. Er schliesst sich *Meyer*'s Erklärung an: nicht der durch das Projectil gegen das Centrum der Schädelhöhle hinwirkende direkte Druck der Rindensubstanz auf die tab. vitrea und die hierdurch vermutete Depression ist die eigentliche Ursache der Störungen an der Glastafel, sondern namentlich die Kürze und Sprödigkeit der letzteren. — Er betont, dass die 3 Schichten der Schädelknochen einen verschiedenen Grad von Elasticität besitzen, und aus seinen Versuchen zieht er den Schluss, „dass von der Beschaffenheit und Ausbilduug der Diploë beinahe allein der Grad der Störungen der getroffenen Knochenparthie abhänge.“ Versuche mit allmählichem Drucke haben keinen besonderen Wert „weil sie ganz andere Verhältnisse als kurz dauernder Stoss darstellen.“ — In seiner 2. Arbeit 1865 bringt er wesentlich dasselbe; die grössere Ausgangsöffnung bei Lochfracturen erklärt er mit der Abnahme der Geschosskraft, wodurch sich die Schwingungen besser ausbreiten könnten; es sei also „die verminderte Geschwindigkeit, nicht die Sprödigkeit die Ursache“. Als durchschnittliche Grenzen der Elasticität der äussern Schichte erwiesen sich bei Depressionsversuchen, dass „unter

Umständen bei sehr langsamen Druck die Cortikalsubstanz $^1/_2$—1 Linie tief eingedrückt werden kann". „Die Aufhebung der Nahtverbindung wird nur selten beobachtet". — „Die stumpfen Körper verursachen . . . namentlich heftige Erschütterung des Gehirns, weil sich die Schwingungen über die Stelle der Einwirkung hinaus über einen grossen Teil des Schädels fortsetzen".

Wie in dieser Arbeit kommen auch 1867 nach ihm Fracturen des Schädelgrundes nicht so selten vor infolge des spröderen anatomischen Baues der Basis, und weil sich „daher manche Spalten von diesem letzteren aus fortsetzen, ohne dass man hiervon eine Ahnung hat". In seiner Chirurgie der Schussverletzungen 1872 bezeichnet er als Ursache der Trichterform der Lochschüsse ausser der Sprödigkeit der Glastafel und der Abnahme der Geschosskraft noch die Wirkung der mitgerissenen Knochentrümmer. Die Contrecoupbrüche erklärt er „durch die ungleiche Stärke und Dicke der Knochen und durch den verschiedenen Grad der Widerstandsfähigkeit derselben". Eine sehr entwickelte schwammige Diploë wirkt als elastisches Polster und verhindert häufig die Einwirkung der Schwingungen auf die tieferen Schichten. Die Wichtigkeit der Diploë wurde ihm durch seine Versuche mit eisernen Kugeln bewiesen. Isolirten Bruch der lamin. int. fand er in seinen Experimenten meistens bei schräg mit grosser Perkussionskraft, aber auch bei schwach senkrecht auffallenden Geschossen.

Leibnitz und *Wedel* hatten, wie *Stosch* schreibt, nachgewiesen, dass eine Glocke der Anschlagsstelle gegenüber springen könne, und ähnliches wurde von Ringen behauptet. Es veröffentlichte nun *E. Gurlt*[57] 1863 eine den Arch. générales de médec. 1837 entnommene Beobachtung (unter Nr. 49) einer Rippenfractur durch Contrecoup: Sturz eines Dachdeckers 40 m hoch auf Rücken rechts hinten, wo eine starke handgrosse Ecchymose zu finden; rechts vorn 4. 5. 6. Rippe nahe ihrer Vereinigungsstelle mit dem Knorpel ohne geringste Weichteilverletzung daselbst abgerissen. — Sein Fall 48 zeigt diametral gegenübergelegene Rippenbrüche.

Auch diese interessante Erscheinung wird sich nach unserer Analyse erklären lassen, und das ist die Ursache, weshalb sie überhaupt hier Erwähnung findet.

F. Chauvel[58] — citiert nach *Dulles*[97] — unterscheidet direkte, kontradirekte und indirekte Fracturen; kontradirekte sind die e diametro entgegengesetzten — deren Ursache er jedoch nicht erklärt — indirekte liegen zwischen Kraftpol und Gegen-

pol; unter seinen 60 Fällen fand er deren 11. — Bei Sturz auf die Füsse werde der Schädel auf die colum. vertebr. getrieben, wie man „einen Hammer in den Stiel durch Aufstossen desselben auf den Boden“ eintreiben könne. Die Verkürzung der Druckachse bei Verlängerung der senkrecht dazusteheuden kennt er und weiss auch die daraus entstehenden alternierenden Schwingungen.

L. Stromeyer[59] nennt die meisten Fracturen der Basis indirekte, die durch einen Sturz auf den Kopf zustande kommen. *Earle* und *Brodie* erklärten sie durch Nachschweren des Körpers. — Der menschliche Schädel hat einen „nicht unbedeutenden Grad von Elasticität“, die Trennung der Nähte ist eine „ziemlich seltene Erscheinung bei Schädelverletzung“. Sehr oft ist der indirekte Bruch nur die weitere Folge derselben Gewalt, welche den direkten hervorbrachte. „Bei indirekten Schädeltrennungen ist die Form der Fisssur vorherrschend, bei direkten mehr die der Brüche“.

H. Friedberg[60] kennt keine irradiierten Brüche. „Ein direkter Bruch, gleichviel ob der Bruch sich auf diese Stelle beschränkt oder von ihr aus sich nach einer entfernten Stelle hin fortsetzt“. — Die indirekte Fractur identificiert er mit der durch Contrecoup: „eine indirekte Schädelfractur liegt nur dann vor, wenn zwischen der Einwirkungsstelle der Gewalt — gleichviel ob diese Stelle gebrochen ist oder nicht — und dem an einer mehr oder weniger entfernten Stelle entstandenen Bruche eine Knochenpartie liegt, an der weder die innere noch die äussere Tafel gebrochen ist“. — Er spricht nicht von Totalveränderung des Schädels, sondern von „violenten Schwingungen“, die andere entfernte Stellen erreichen können.

Auch *W. F. Lecran*[61] u. [62] erklärt die grössere Ausschussöffnung durch die mitgerissenen Trümmer, wie *B. Beck*, während „the first aperture of entry will be of exactly the same diameter as the ball, regular, and free from any splinters and fissures“. — Den isolirten Druck der Glastafel erklärt er — citiert nach *E. Gurlt's* Jahresbericht — „dass nach einem physikalischen Gesetze die Fractur in der Linie der Extension und nicht der Compression beginnt, dass zu Entstehung derselben reichlich Diploë vorhanden sein muss und dass es gleich ist, ob die Gewalt schräg oder rechtwinklig auf den Schädel einwirkt, wenn sie nur mit geringer Kraft auf eine begrenzte Stelle des Schädels trifft, dieselbe blos vorübergehend niederdrückend oder biegend“.

Nach *Luschka*[63] ist der Grund der grösseren Sprödigkeit und Friabilität der tab. interna in der im allgemeinen geringeren Dicke der Glastafel zu suchen, „indem ich gefunden habe, dass eine durch Abschleifen bis zum gleichen Grade ihrer Dünnheit gebrachte tab. ext. weniger kohärent und in gleichem Grade wie jene brüchig wird; die tab. interna besitzt keine andere chemische Zusammensetzung als die externa nach *A. E. Aderholdt* in *Lucae*'s[64] Architektur des Menschenschädels, auch keine ungleiche Textur in Bezug auf Knochenkörperchen oder *Havers*'sche Kanäle, wenn diese auch überwiegend auf der mit der Diploë verwachsenen Seite beginnen".

F. Cauvy[65] kennt an der Basis direkte, indirekte, irradiierte Brüche und solche par contre-coup: „Le mécanisme des fractures par contrecoup et indirectes est bien différant. Les fractures par contrecoup se trouvent ordinairement au pourtour du trou occipital ou bien sur l'apophyse basilaire, rarement sur le sphénoide". Basisbrüche bei Sturz auf die Füsse oder analog erklärt er, wie die Verfasser des Compendium *Bérard, Denonvilliers* und *Gosselin*.[41] „La condition essentielle pour la production de ces fractures (fract. indirectes) c'est que dans le voisinage de l'endroit où la violance a d'abord agi, il en existe un autre assez faible pour se rompre sous l'influence des mêmes vibrations osseuses aux quelles le premier a résisté". „Dans ces cas (fract. directes de la voûte) la solution de la continuité s'opère parce que les molécules osseuses qui ont été atteintes subissent un affaissement rapide et considérable de sorte que leur force de cohésion est immédiatement surmontée. — „Les fractures par irradiation sont les plus fréquentes". — „Quand les fractures indirectes du rocher succèdent à une chute directe sur le temporal, on observe ordinairement des fractures qui sont parallèles ou très légèrement obliques par rapport à l'axe de cet os" — wofür er die Richtung der im Knochen eingeschlossenen Kanäle, nicht die Kraftrichtung verantwortlich macht.

Schon im folgenden Jahre erschien abermals eine französische Dissertation über dieses Thema, und zwar von *L. D. Forgues*,[66] die aber einige neue Gesichtspunkte enthält. Er bezweifelt überhaupt die Existenz der fractures par contrecoup, und zählt die Basisbrüche durch Sturz auf die Füsse etc. zu den direkten. Für ihn ist die „base du crâne, traversée par des trous nombreuses, . . . admirablement bien disposée pour favoriser le jeu

et augmenter la résistance des os en facilitant autant que possible la dépression des parties dures et en multipliant les points de dècomposition des forces qui tendent à les faire éclater". — Es ist merkwürdig, wie verschieden die Ansichten der Autoren über die Basisfestigkeit waren! — „Le crâne est très élastique lorsqu'il est dépouillé de ses enveloppes et privé de son contenu. Nous croyons qu'il présente dans ses conditions de construction assez de rapports avec une sphère pour qu'on puisse, sans forcer l'analogie, lui appliquer les mêmes lois générales qui régissent dans le corps de cette forme la transmission des mouvements".

„Le crâne soumis à une percussion subira grâce à son élasticité un raccoureissement dans l'un des trois diamètres (scl. vertical, biparíétal, occipitofrontal) alors que les deux autres augmenteront . . . et par suite certaines molécules entrainées dans ce mouvement centrifuge . . . violemment tiraillées dans tous les sens. La force sera d'autant plus grande qu'elle agira sur les molécules plus éloignés du centre . . . Wird nun die Elasticitätsgrenze überschritten, so entsteht ein Bruch „par éclatement". „Nous sommes donc bien convaincu que le crâne soumis à un choc violent, embrassant une large surface se distendra suivant certains diamètres et pourra éclater",

H. Strauss[67] betrachtet den isolirten Bruch der tab. int. als direkten „car elle correspond toujours à l'endroit frappé". Diese sei „plus mince, moins étendue en surface, plus irrégulière et plus dense". — Der Bruch der lam. int. habe Dimensionen, „toujours bien supérieures à celle de l'enfoncement". Das relativ seltene Vorkommen der isolirten Fractur der lam. int. erkläre sich vielleicht aus dem Fehlen der Diploë an den meist von einer Gewalt getroffenen Stellen (bosses frontales, bosses pariétales, région temporale) da *Saucerotte* angab, „si l'ossification du diploë était telle que les deux tables fussent confondues, la seconde ne pourrait souffrir solution de continuité sans que l'externe fût affectée de même".

Indirekte und Contrafracturen sind für *K. Wehse*[68] dasselbe. In der Basis werden am häufigsten fracturiert die quere Platte des Siebbeines und das Dach der Augenhöhle — weil sie die dünnsten Knochen sind — ferner die Felsenbeinpyramide, die nur ein „osteoides Balkenwerk" darstelle. „Ferner fehlt dem Körper des Keilbeins, dem Basalteil des Hinterhauptbeins und der Felsenbeinpyramide der hohe Elasticitätsgrad der Knochen im Gewölbe und in den Seitenwänden, weil sie von der Flächen-

form weit abgehen; man wird also nicht von ihnen sagen können, dass sie federn. Bei solchen thatsächlichen Verhältnissen braucht die auf das Schädelgewölbe wirkende Gewalt keinen, die Hälfte oder das Ganze (!) des Schädelumfanges durchlaufenden Riss, um einen Bruch am Grunde zu machen. Ich bin deswegen kein Anhänger der Irradiationstheorie, behaupte vielmehr, dass bei indirekten Brüchen des Schädelgrundes in den meisten Fällen die Diagnose auf einen Gegenbruch zu stellen ist". — Wie ein Gegenbruch zustande komme, lässt er unerörtert; er spricht nur characteristisch von Gegenschlag.

In *T. Holmer*'s[69] system of surgery ergriff auch *Hewett Prescott*[50] Stellung zu der Frage, nachdem er schon 1858 Contrecoup-Basisbrüche als selten, indirekte Fracturen der Basis aber als sehr häufig bezeichnet und sich als Anhänger *Aran*'s bekannt hatte. „The central bones of the base may be the only bones brocken when the front and back part of the head have been caught between two opposing forces". Bei der Entstehung der more extensive splintering and depression of the inner table of the skull . . . is no doubt that the direction in which the force acts von grosser Bedeutung ist, wofür er einen von *Erichsen* beobachteten Fall anführt. — Für die Basisbrüche durch Sturz auf die Füsse ist er ebenfalls *Earle*'s und *Brodie*'s Meinung: impulsion of the spinal column forcibly against the condyles of the occipital bone is supposed by some surgeons to be the cause of the fractures so frequently observed at the base of the skull. — Er prüfte *Aran*'s Behauptungen an 69 Schädelbasisfracturen des St. Georges Hospitals.

Unter 25 Fällen fand er in
5 die vordere Schädelgrube allein
14 „ mittlere „ „
6 „ hintere „ „ fracturirt.

In 29 war
14 × die vordere und mittlere
15 × die hintere und mittlere, und nur
10 × in 10jährtger Beobachtung alle 3 Gruben fracturirt. — Die mittlere Grube war also in 64 Fällen 35 × beteiligt; das *Aran*'sche Gesetz traf jedoch nur 25 × d. i. ca. 36 % zu.

Es ist auffällig, dass kein Autor bis dahin an die Prüfung gegangen war, welcher Art und ob überhaupt Erschütterungswellen am Schädel durch ein Trauma entstehen können. *J. Neu-*

dörfer[70] schenkte dieser Seite der Frage seine Aufmerksamkeit; es ist aber seine Versuchsanordnung zu abweichend von den Verhältnissen, unter denen Brüche durch Erschütterungen entstehen sollen, als dass sie als Beweis dienen könnten. Er wies nach, dass Erschütterungswellen beim Durchsägen der Schädelknochen entstehen und dass ihre Ausbreitung und die Grösse ihrer Amplitude abhängt von der Geschwindigkeit des Sägens und der Dicke des Sägeblattes, also der Grösse der angewandten Kraft.

Eine Prüfung des *Aran*'schen Gesetzes an 14 Präparaten der Dorpater Sammlung und 26 Obductionsbefunden des Petersburger Obuchows-Hospitals sowie 75 genau geschilderten casuistischen Fällen nahm *Arnold Schwartz*[71] vor; er fand es nur in 39 % der Fälle bestätigt. Wichtig ist, dass er zuerst aus der von der Gewalt getroffenen Stelle einen Schluss auf die Richtung des Bruches zu ziehen erlaubt; es erscheint ihm „nicht unwahrscheinlich, dass das Mass der Ausdehnung der Fractur in direktem Verhältnis zu der Intensität der einwirkenden Gewalt steht".

Er betont, dass das Felsenbein zwar meist quer und parallel zu seiner Achse breche, aber „in vielen Fällen (9 von 55) bricht es in verschiedener Art und Weise". — „Fracturen der Schädelbasis allein, ohne jegliche Fissur an der Convexität des Schädels scheinen sehr selten zu sein". Etwas häufiger kommen Fracturen der Basis und der Convexität vor, welche nicht in Verbindung mit einander stehen . . In den meisten Fällen aber ist die Fractur des Basis nur die Fortsetzung einer Fractur der Convexität.

B. Zucker[72] ein Schüler *H. Fischer*'s meint, die meisten Fissuren der Basis seien indirekte und kämen durch einen Sturz auf den Kopf zu Stande, — Fracturen an der unteren Circumferenz des Schädeldaches laufen oft in Fissuren der Basis aus . . . „Bei Vergrösserung des verticalen Durchmessers des Schädels resp. bei Sturz auf die Seitenwandbeine desselben kommen Fissuren (Gegenbrüche) der Schädelbasis wegen des anatomischen Baues der sie bildenden Knochen häufiger vor als die des Schädelgewölbes".

H. Fischer[73] will *Waldeyer*'s an einer Tibia und Scapula gemachten Beobachtungen, dass Fissur im Knochen plötzlich aufhören und weiter unten wieder beginnen kann, mit der Entstehung der Contrecoupfissuren am Schädel erklären und nimmt an, dass die Erschütterungswellen, welche die Tibia durchsetzen, die erste Fissur machten, solange sie kräftig waren; „dann wurden sie so schwach, dass sie den Knochen nicht mehr spalten konnten

und da, wo sie plötzlich gebrochen wurden, machten sie die zweite Fissur".

Das Jahr 1873 ist in der Geschichte der Contrecoupfracturen ein denkwürdiges. In ihm veröffentlichte *G. Félicet*[74] seine ebenso gründliche als geistreiche Arbeit, deren geschickte Combination mit dem sich allgemeiner Beachtung erfreuenden *Aran*'schen Gesetz eine Lösung des Problems gebracht zu haben versprach. Für *Félicet* ist die Form des Schädels von völlig untergeordneter Bedeutung; denn der Bruch hängt nach ihm nicht von dem physikalischen, sondern von dem anatomischen Bau ab. Es war die anatomische Theorie der Contrecoupbrüche, die von ihm zur Geltung gebracht wurde. Die Brüche par contrecoup sind selten und man kann keinen gleichartigen Mechanismus derselben entdecken. Auf Grund seiner Erfahrung nimmt er ein centre de résistance in der apophyse basilaire, Cliv. Blumbachii und Umrandung des Foram. magnum: (la zone centrale qui ne se brise pas) und aussergewöhnlich feste Teile an: les rochers, les pièces sphéno-orbitaires, la bosse frontonasale et la tuberosité occipitale, die er murs-boutants nennt. — In der Nähe der murs-boutants werden die Molekularvibrationen zum Erlöschen gebracht. Nicht aber dadurch, sondern durch das Auseinanderweichen der murs-boutants infolge der Kraftwirkung komme es zu einer Fissur, die deshalb nach der Basis ziehe; es sei die Ursache des Bruches, also die Streckung einer der voûtes und das écartement des pièces de résistance qui lui servent d'appui. — Das centre de résistance ist aber nicht „inaccessible". Wenn auch es gebrochen werde, also eine „fracture à grand fracas" entstünde, so sei das nichts als „der letzte Ausdruck der Gewalteinwirkung und sie unterlägen gar keinem mechanischen Gesetze". Seine Nomenklatur ist eine reiche; er kennt fract. limitées. irradiées, indirectes, indépendantes, mixtes et à grand fracas. Die letzteren entstehen durch Angriff der Gewalt auf mehrere Krümmungskreise (courbes), und je mehr die Depression zunehme, um so grösser werde die Angriffsfläche. — Isolirte Fissur der lam. ext. sei häufiger, als die der interna; die Impressionen können nur höchstens 3 cm Durchmesser haben, ohne die int. zu verletzen, es muss also die Diploë beträchtlich sein. Interessant sind seine zur Prüfung der Schädelelasticität angestellten Fallversuche; die Auffallstellen am Schädel waren teils rund, teils oval, zeigten dabei oft eine zu ihrer Längsachse senkrecht stehende Fissur. In Ergänzung zu *Aran* hat er auf der Scheitelhöhe eine „région indifférente" gefunden, von wo

aus die Fissuren nach allen möglichen Richtungen irradiieren können — ein Fund, der auch in unserer Analyse als Forderung enthalten ist. Die Dura mater dient nicht allein der Festigkeit des Schädels zur Verstärkung, sie ist auch Schuld an gewissen kleineren Fracturen: so hat *Beau* ihre Causalität nachgewiesen für die Fracturen eines condylus occipitalis, *Félicet* für die apophys. clin. post und — um zu antecipieren — *Hermann* für den Querbruch der Pyramidenspitze. Von *Beau* erwähnt er, dass dieser den Bruch der apophys. basilaire und des Felsenbeines durch die Wirbelsäule, ebenso Brüche in der mittleren Schädelgrube durch die Gelenkenden der Unterkiefer nicht indirekte oder durch Contrecoup erzeugte nenne, sondern „médiates".

Aus dem Jahre 1875 stammt die Arbeit *von Arlt*'s,[75] die sich zwar nicht mit Schädelverletzungen, wohl aber mit denen eines andern kugeligen Organes, des Auges, beschäftigt. Er negiert die Möglichkeit des Gegenstosses im Auge und erklärt die Rupturen der Chorioidea als Folge der aequatorialen Dehnung, dadurch dass der Bulbus bei stumpfen Stössen gegen das Auge eine Erweiterung im Aequator, eine Compression in der Druckachse erleide — also Berstungsfractur.

Cohnstein[76] studierte die Frage der Schädeldurchmesserveränderungen bei Compression an Kinderschädeln: „findet die Compression des Schädels im geraden Durchmesser statt, so haben wir zu unterscheiden, ob der biparietale Durchmesser unveränderlich bleibt, an Länge zu- oder abnimmt. Der Durchmesser blieb unverändert in 55% der Fälle, nahm ab in 25% und zu in 20%. Die Zunahme des Querdurchmessers hängt weniger vom Compressionsgrade, als von Form und Beschaffenheit des Schädels ab". „Bei Compression im Querdurchmesser blieb der gerade Durchmesser unverändert in 50%, nahm ab in 21,3% und zu in 28,5%. Die Abnahme oder Zunahme des geraden Durchmessers hängt von dem Grade der Compression ab, welchen der biparietale Durchmesser erfährt". „Wirken 2 Kräfte auf die entgegengesetzten Schädeldurchmesser ein, so nimmt der senkrechte an Länge zu. Diese Zunahme ist nicht proportional der Verkürzung im geraden und im queren Durchmesser".

Von den Ergebnissen *Gustav Anton Rauber*'s[77] in seiner Arbeit über die Elasticität und Festigkeit der Knochen interessirt uns, dass die rückwirkende Festigkeit (Compression) grösser ist als die absolute (Dehnung). Im Alter nimmt die absolute Festig-

keit stärker ab; der Knochen wird also brüchiger. Die Durchbiegungen sind den Belastungen proportional bis jenseits der Elasticitätsgrenze. Die Elasticitätsgrenze des natürlichen Zustandes wird erreicht durch eine Belastung, welche zwischen dem 1. und 2. Viertel des Bruchgewichtes liegt. Auf den Verlauf der elastischen Nachwirkung und den Eintritt des Rückstandes ist die Belastungsdauer von grosser Wirkung. Langdauernde Belastung gefährdet und stört die Integrität des Knochens durch Gewichte, die bei kurzer Einwirkung nicht einmal die Elasticitätsgrenze überschreiten.

Wie schon *Paul v. Aegin*, *Carc. Leo* etc. erklärt auch *W. Baum*[78] einen grossen Teil der sog. Contrafissuren als Folge einer zweiten Verletzung, die aber häufig der Beobachtung entginge. Er schliff mit Bimstein an frischen und trockenen Schädeln verschiedene Stellen glatt, welche nach sorgfältiger Abtrocknung mit feinem Sand oder Lykopodiumpulver bestreut wurden. Dabei zeigte sich immer, dass bei flachen Knochen der Sand nur in unmittelbarer Nähe einer angeschlagenen und aufgesetzten Stimmgabel, bis zu 1 cm Entfernung in Bewegung gesetzt werden konnte. Hingegen hüpfte am trocknen Schädel der auf die untere Fläche des Felsenbeines gestreute Sand nicht nur, wenn die Stimmgabel auf die Schläfenschuppe und den Zitzenfortsatz, sondern auch wenn dieselbe auf das Scheitelbein derselben Seite und die collaterale Hälfte der Hinterhauptsschuppe aufgesetzt war. Die über 1 cm von der Stimmgabel entfernten Partieen dieser flachen Knochen verharrten dabei in völliger Ruhe. Er schliesst aus seinen Versuchen, dass das Felsenbein seiner Lage und Bauart nach für Bewegungsinpulse empfänglicher ist und dass am Schädel überhaupt nur stehende Schwingungen vorkommen.

„Aus *Weber's* Wellentheorie geht hervor, dass, wenn die Bewegung durch einen einmaligen Impuls hervorgerufen wird, die Welle an ihrem Entstehungsort ihre grösste Höhe hat und dass dieselbe peripherisch fortschreitend immer wiedriger wird, bis sie verschwindet. Reflexionen der Wellen können aber erst durch wiederholte Impulse hervorgerufen werden, die dann zu Interferenzpunkten etc. führen. Es ist aber wohl anzunehmen, dass eine Bewegung, deren Intensität der Distanz vom Ort ihrer Entstehung umgekehrt proportional ist, nicht dort, wo ihre Intensität am grössten, wirkungslos bleiben und dort, wo sie kaum mehr vorhanden sein kann, eine Schädelsprengung effectuieren

wird.“ Er ist also Gegner der Wellentheorie und gibt eine anatomische Erklärung des Entstehend der Brüche. Er comprimierte entblöste Schädel in einem gusseisernen Ring mit einer unbeweglichen und einer beweglichen mit Leder überzogenen Pelotte; die nicht gedrückten Durchmesser nahmen nicht immer zu, und er bezeichnet die Schädelelasticität deshalb als „gering“. „Der Medianschnitt zeigt ein durch das Hinterhauptloch unterbrochenes, der Horizontaldurchschnitt ein ununterbrochenes, vorne schmaleres, hinten breiteres Ovoid. Die Compression von Stirn und Hinterhaupt fällt stets unterhalb des längsten Sagittaldurchmessers und lässt daher die Scheitelgegend ganz unberührt, zieht aber der breiten Knochenverbindungen wegen, welche hier in Frage kommen, alle andern Teile des Schädels in Mitleidenschaft. Der Effect der Compression besteht in einer Rotationsbewegung, welche die untere mehr vertikal verlaufenden Partieen des Stirn- und Hinterhauptbeines um ihre Querachse erleiden. Infolge dessen werden einerseits die Knochen der Schläfengegend in annähernd sagittaler Richtung comprimiert, welcher Compression sie unter Bildung longitudinal verlaufender Fissuren in der Gegend der lin. semicirc. oss. bregm., durch Verbiegung nach aussen oder innen auszuweichen suchen, andrerseits streben die Knochen der Schädelbasis sich über einander zu schieben. So erfolgt schliesslich eine Trennung, indem der vordere schmälere Teil des Schädels in den hintern breiteren hineingetrieben wird“. – „Bei Compression des biparietalen Durchmessers haben wir den Frontaldurchschnitt des Hirnschädels inbetracht zu ziehen. Derselbe bildet ein fast regelmässiges umgekehrtes Paralleltrapez, dessen nach oben gerichtete Grundlinie nur etwas gewölbt erscheint. Auch in diesem Falle erfolgt die Compression unterhalb des durch die linea semicircularis oss. bregm. bezeichneten grössten Durchmessers. Wir haben es hier aber nicht mit breiten Knochenverbindungen zu thun, sondern die einander entgegengedrückten konvergenten Teile verjüngen sich, obwohl sie breit in den Scheitelbeinen beginnen, nach abwärts sehr erheblich, um von dem Übergange in die Horizontalebene auch in dem ganz schmalen Felsenbeine ihren Abschluss zu finden. Dadurch bleibt die Bewegung, da der Druck ohnehin gegen die breiteste Schädelfläche stattfindet, eine local viel begrenztere. Dieselbe besteht ebenfalls in einer Rotation und zwar um die Längsachse. Sind die Nähte noch unverstrichen, so geben sie der Bewegung anfangs nach, bald aber bleibt der Schädel fixiert, dort wo derselbe zur Seitenwand umbiegt, treten Fissuren ein und nun kann das Felsenbein

an der Portio basilaris des Hinterhauptbeines hinaufgleiten. Eine Irradiationsfissur analog der, welche bei Congression des occipitofrontalen Durchmessers beobachtet wurde und die hier also in der Medianebene gelegen sein müsste, tritt infolge dieser lokalen Begrenzung nicht ein". Von den Nahtdiastasen abgesehen teilt er die indirekten Fissuren in 3 Gruppen ein, von denen 2 das Schädelgewölbe allein betreffen, während die 3. die Basis in Mitleidenschaft zieht:

1. Fissurverlauf um die gedrückte Stelle herum.

2. Fissuren in der Nähe des durch den Übergang des Scheitels in die Schläfe gebildeten Winkels. Sie könnten nur an dieser Stelle vorkommen, „da an keiner anderen Stelle des Schädelgewölbes der Uebergang vom Scheitel in die Vertikalebene ein so scharfer und winkelförmiger ist". Ob eine oder zwei diametrale Gewalten zu ihrer Entstehung notwendig, vermag er nicht zu entscheiden.

3. In der Frontalebene verlaufende Irradiationsfissuren, von der Schläfengegend zur mittleren Schädelgrube sich erstreckend, das Resultat der Einkeilung der schmäleren Stirnhälfte des Kopfes in die breitere Hinterhauptshälfte.

Mit dieser Gruppe gelangt er in das Bereich der Basisbrüche. Die Keilwirkung der mit dem Schädel in Contiguität stehenden Wirbelsäule auf die Umgebung des foram. magn. ist ihm bekannt. Ebenso kann auch durch Unterkiefer, Oberkiefer und Nasenbeine ein indirecter Basisbruch durch Einkeilung entstehen".

Aran's Versuche machte in einfacherer Anordnung nochmals *Maur. Perrin*[70] nach, der schon 1861 in einer im Anschlusse an einen von *Gilette* vorgetragenen Fall von fract. de la base du crâne entstandenen Discussion im Gegensatze zu *Trélat* eine fracture par contre-coup angenommen hatte, wenn die Bruchspalte schon einige Centimeter von der getroffenen Stelle begann. („c'est à dire plus ou moins éloignée du lieu d'application de la violance extérieure"). Bei ihm interessieren die Basisbrüche mehrere Gruben. Durch Hammerschläge auf Scheitel und Hinterhaupt erzeugte er indirecte, auf Stirn, Seitenwand und Schläfenbeine directe Brüche. Indirekte Brüche der Schädelkonvexität — die man nicht experimentell herzustellen vermocht hatte — erzielte er, wenn er die Schädelstelle, worauf die Kraft (Schlag, Wurf) einwirken sollte, mit einem dicken Polster versah. Es gelang ihm dann bei Schlägen auf das derart vorbereitete Hinterhaupt oder Scheitel nicht diese, sondern eine diametral gegen-

überliegende Stelle zu fracturieren, nicht aber bei Stirn und Schläfenbein. „Die Erklärung liegt darin, dass dem occiput und vertex schwächere Stellen gegenüberliegen". Nach seiner Meinung schwächen die Nähte die Festigkeit des Schädels, ihre Verlötung erhöht sie.

Die Dissertation *Fr. W. Risse*'s[80] will die indirekte Fractur der Schädelbasis durch eine Fortleitung des Stosses von der getroffenen Stelle aus erklären. Die Masse in der Schädelhöhle kommt physikalisch einer Flüssigkeit gleich. Entstehe an einer dem Anprall der Kugel zunächst gelegenen Stelle eine Erschütterung, so werde dieselbe nach allen Seiten und somit auch zur Schädelbasis fortgepflanzt und könne hier eine indirecte Fractur bewirken. Das Gehirn könne ziemlich intact bleiben; denn „die zu einer Fractur theoretisch erforderliche mechanische Arbeitsleistung ist eine unendlich kleine Grösse, wie überhaupt zur Trennung zweier aneinander liegender Querschnitte eines elastischen Mediums eine unendlich kleine Menge lebendiger Kraft erforderlich ist" ... „Die indirekten Fracturen der Basis erklären sich aus den Elasticitätsverhältnissen des Schädels; inwiefern jedoch noch die Druckverhältnisse des Gehirns zu ihrer Entstehung beitragen und welche Bedeutung sie im allgemeinen für die Entstehung der indirekten Fractur haben, darüber lässt sich bis jetzt noch nichts bestimmtes aussagen". Fract. par contrecoup lässt er durch 2. Aufschlag entstehen (z. B. Fall auf den Unterkiefer — durch Contrecoup Bruch zwischen 1. und 2. Molaren). — Brüche der Tab. interna erklärt er in *Teevan*'scher Art.

In seiner Lehre von den Kopfverletzungen 1880 gibt *v. Bergmann*[81] eine ausführliche Darstellung der Lehre von den Schädelbrüchen; er hing Schädel wie die Kugeln eines zur Prüfung der Stossgesetze gebauten *Mariotte*'schen Apparates auf, liess sie aus messbaren Höhen auf einander prallen und fand ihre Elasticität approximativ zwischen der von Messing und Holz, näher an ersterem gelegen. — Die Bedeutung der *Félicet*'schen Strebepfeiler erkennt er an; dass das centre de résistance auch fracturiert werden könne, dafür citiert er *Félicet*'s eigne observation 27., weiter je eine Beobachtung von *Heschl* und *Herpin*; in allen diesen Fällen handelte es sich um Längsfracturen. „Meist ist jedoch der Schädel besonders schwer getroffen, so dass an der Angriffsstelle der Gewalt der Knochen meist in zahlreiche Fragmente zertrümmert war. Die Erzeugnisse solcher Gewalten setzen sich über jede Regel hinweg". „Wo aber weniger inten-

sive Einwirkungen stattfinden, immerhin aber so grosse, dass sie die Knochenkontinuität des Schädels aufheben, da bewegt sich die Fissur in der That zwischen den *Ollicel*'schen Pfeilern vom Dach zur Basis hinab". „Die Richtung der Basisbrüche in der mittleren Schädelgrube ist vorherrschend eine quere, indem sie unter einem mehr oder weniger ausgesprochenen rechten Winkel den Längendurchmesser kreuzen".

„Isolirte Brüche des Felsenbeines aber in den mittleren und hinteren Gruben stellen möglicher, ja wahrscheinlicher Weise nichts anderes vor, als Teile, Segmente des typischen Bruchringes, zu dessen vollständiger Bildung es einfach deswegen nicht kam, weil die brechende Gewalt sich schon früher erschöpfte". Er unterscheidet ausserdem direkte und indirekte Brüche; die irradiierten rechnet er zu den direkten. — Wenn ein Durchmesser des Schädels verkürzt und ein anderer, der zu ihm senkrecht verlaufende, durch die Gestaltsveränderung des Ganzen verlängert wird, liegt es a priori nahe vorauszusetzen, dass auch einmal ein Bruch nicht an der Stelle der Gewalteinwirkung, sondern ihr diametral gegenüber oder auch an einem Pole des verlängerten Durchmessers entstehen könnte. So wären die indirekten Schädelbrüche zu erklären. Indirekte Fracturen des Gewölbes sind selten und ihr spärliches Ergebnis nicht einmal einer strengen Kritik gewachsen. Sicher ist eine Reihe von besonderen Bedingungen zu erfüllen". Wie vorher erwähnt, gelang es *Perrin* derartige Fracturen zu zeitigen.

Im Anschlusse daran citirt er einen schon von *Baum* angeführten Fall von *Smith* in Michigan: „Ein 44 jähriger Mann geht nach einem Schlage auf das linke Seitenwandbein zu Grunde. Dieses findet sich unter der äussern Wunde unverletzt, dagegen lag unter der unversehrten Hautdecke des rechten Scheitelbeines ein ausgesprengtes Knochenstück". *Baum* fährt fort: „Selbst die eifrigsten Verteidiger des Contrecoup haben, wie schon der Name Contrafissur beweist, nie daran gedacht, Stückbrüche durch denselben entstehen zu lassen". Dass es theoretisch zu fordern wäre, wird aus unserer Analyse hervorgehen.

v. Bergmann fand die Hirnsubstanz ganz gewöhnlich in der Richtung zertrümmert, in welcher die Durchmesser des Schädels gewaltsam verkleinert oder erweitert wurden" . . . Der Verlauf der Fissuren gestaltet sich so mannigfach, „indem sowohl die am stärksten gezerrten als auch am wenigsten Widerstand leistenden, also schwächsten Stellen zuerst brechen". „Nächst dem

Wechsel in Grösse, Geschwindigkeit und Richtung des äussern brechenden Gewaltaktes, machen sich auch die Einflüsse gewisser Unterstützungen bemerkbar, welche die Basis in erster Linie durch die Wirbelsäule, in zweiter durch das Skelett des Gesichtes erfährt... Legt man eine ovoide mit Wasser gefüllte Blase so auf 2 Holzklötze, dass ihre Mitte freisteht und führt man von der gegenüberliegenden Längsseite einen Schlag auf dieselbe, so springt sie meist zwischen den Unterstützungspunkten oder aber an den Enden der die Richtungslinie der Gewalt kreuzenden Durchmesser".

Eine völlig neue Theorie stellte *Tiling*,[83] citiert nach *G. Rücker*,[83] auf. Er betrachtet den Schädel als Kugel, an welcher er 3 grösste Kreise: je einen frontalen, sagittalen und horizontalen in Betracht zieht und wendet zur Erklärung der entstehenden Fracturen die *Bornhaupt*'sche Theorie von den Schussfracturen der langen Röhrenknochen an (Arch. f. clin. Chir. 25 Bd.) Es wären 12 Stellen, an welchen Fissuren zu erwarten wären, von denen zunächst nur die 6 Berührungspunkte der 3 Ringe blieben, da er letzteren einen gemeinsamen Mittelpunkt gibt. Der Berührungspunkt an der Basis wird ausgeschlossen, weil einmal der Schädel hier ganz besonders festgebaut (os basilare), zweitens seine Gestalt am meisten von der Kugelform abweicht und drittens der hypothetisch zu fordernde Riss in viele Fracturen sich auflöst. Von den 5 übrig bleibenden (Einschuss, Ausschuss, oben im Gewölbe; vorn an der Stirn, am Hinterhaupt) fallen die am Gewölbe des homogenen Baues desselben wegen fort. Die Theorie ist ein ungenügender Erklärungsversuch der Schädelschussfracturen.

In demselben Jahre erschien die erste Arbeit *O. Messerer*'s[86 88] über diesen Gegenstand, die er 1884 und 1885 erweiterte. Zum ersten Male wird ausgesprochen, dass die Fissuren abhängig und parallel sind zur Druckachse. Diese Thatsache erhärtete er durch zahlreiche Versuche mit langsamer Conpression ebenso wie am Fallapparat. Er fand dabei die Bruchform abhängig von der Form des gewählten Ansatzstückes, nicht von der Fallhöhe: je breiter, desto eher Fissuren ohne Verletzung der Angriffsstelle; je kleiner, desto eher lokale Veränderungen. Durch Compression erzielte er Lochbrüche, die sich in nichts von Lochschüssen unterschieden, mittels eines Bolzens von 2 cm Durchmesser. — Legte er die Druckachse unter den Scheitel, so erzielte er bei biparietal. Compression auch eine Coronarnahtdiastase

ohne Basisfissur, oder auch Querfissur des Daches. Bei Stoss senkrecht auf den Scheitel gingen die Fissuren entweder über die vorderen oder seitlichen Partieen des Schädels zur Basis. „Es zeigte sich also, dass die Fissuren regelmässig von der direkt getroffenen Stelle aus am Schädelsphäroid in der Art von Meridianen laufen". Manchmal wird ihr Verlauf durch schwache Stellen beeinflusst, aber stets nur unbedeutend. Er lässt noch Irradiationsfissuren zu: sie entstünden momentan im Augenblicke der Stosswirkung und Falls; mit lokalen Einbiegungsbrüchen kombiniert gingen sie, von diesen verursacht, aus. „Die vom Druckpol ausgehenden Fissuren durchsetzen oft die stärksten Knochen, während die Berstungsbrüche stets an schwachen Stellen entstehen". Bei doppelseitiger Compression entstünde die Berstung entfernt von dem Pol, mit langem Verlauf durch die Basis, mehr in der Mitte klaffend; bei einseitigem Gewaltangriff finde man kurzen Verlauf der Berstungsbrüche, selten bis über die Mitte, am Pole oder nahe demselben klaffend. Indirekte Stossfracturen leugnet er, gibt aber indirekte Druckfracturen zu. — Bei Compression kann die Stelle der Gewalteinwirkung intact bleiben, dagegen die unterstützte brechen". Seine Nomenklatur ist wesentlich vereinfacht: Zerdrückungs- oder Zertrümmerungsbruch (senkrecht zur Druckachse) und Berstungsbruch (parallel zu derselben), letzterer „beginnend in irgend einem Punkte einer Linie, welche ähnlich wie der Aequator von den Endpolen gleichweit von den beiden Druckpolen um das Hohlgebilde herumläuft". — Bis zur $^1/_2$ Druckbelastung kehrte der Schädel nach dem Aufhören des Druckes meist nahezu vollständig wieder in seine alte Form zurück. Der Druck schwankte bei Querkompression zwischen 700 und 800 kg, bei Längsdruck zwischen 400 und 1200 kg. Dabei fand sich eine der Verkürzung der gedrückten Durchmesser entsprechende Zunahme der nicht gedrückten. In Versuch 15, 17 und 25 vergrösserte sich bei sagittaler Druckrichtung der vertikale Durchmesser bis zu einem gewissen Grade in gleichem Verhältnis mit dem frontalen, dann aber ging der vertikale zurück, während deutlich der frontale eine stärkere Zunahme als vorher zeigte. *Messerer* sucht es mit der mehr minder deutlichen Spiralform des sagittal durchschnittenen Hinterhauptes zu erklären.

Auch *Jul. Schranz*[84] suchte die Lösung des Problems durch Experimente, deren er 34 anstellte. An einer Art Fallmaschine konnte er die Höhe des Fallgewichtes ebensogut wie die des fallenden Kopfes bestimmen und daraus die zur Fractur führende

lebendige Kraft (bei bekanntem Fall- resp. Kopfgewicht) berechnen. Er nimmt eine wellenförmige Fortpflanzung der einwirkenden Kraft über den Schädel an und hegt die Ansicht, dass eine Gewalt „an jenen Stellen Frakturen erzeugt, an welchen der getroffene Körper die grösste Spannung oder die geringste Festigkeit seiner Teile besitzt". Nur bei Versuch 26 fand er eine Verletzung des Gehirns: „nach allen übrigen Versuchen, mögen dieselben eine Schädelfractur erzeugt haben oder nicht, war nie eine Verletzung oder sonst irgend eine makroskopisch auffallende Veränderung des Gehirns und seiner Häute nachweisbar" — abgesehen von Ablösung der Dura in Versuch 14 und 15.

Aus der Dorpater Schule erschien 1881 die Arbeit *Nicolai Herman*'s[85] dem die *Messerer*'sche Arbeit nicht unbekannt war. Seine Versuche lassen ihn die Schädelelasticität geringer bezeichnen, als *v. Bruns* annahm; für die Elasticität führt er aber die Rückkehr des Schädels in seine frühere Form nach Aufhören des Bruches und das Zuschnappen der vorher klaffenden Nähte resp. Fissuren an. Er bezeichnet es als „ziemlich gleichgültig, ob die Gewalt plötzlich auf den Schädel einwirkt oder allmählich"; aber „es kann nicht genug betont werden, dass die meisten Fracturen vom Ort der einwirkenden Gewalt ausgehen und parallel der Bruchrichtung zur Basis verlaufen". „Es werden meistenteils die schwächsten Partieen der Basis fracturiert; doch wenn die Gewalteinwirkung genügend stark ist, so können auch die festesten Partieen getrennt werden". „Man kann also aus dem Verlauf der Fissur an der Basis allein schon immer einen sichern Rückschluss machen, in welcher Richtung der Schädel komprimiert worden ist" . . . „Diese Gesetzmässigkeit wird so streng eingehalten, dass, wenn die Druckrichtung etwas von dem Durchmesser abweicht, wie es bei der verschiedenen Gestalt des Schädels vorkommen kann, sofort auch die Fractur sich danach richtete." Nach seiner Meinung beginnt die Fissur stets an der Bruchstelle (contra *Messerer*). Dass die Fissur von der gedrückten Stelle ausgeht, erklärt sich aus dem Grunde, dass der comprimierte Durchmesser am stärksten verkleinert wird und die Stellen des Schädels, wo die Druckplatten wirken, am meisten eingebrochen werden, also an der betreffenden Stelle der tab. interna die Knochenmoleküle am meisten gedehnt werden und daher dort der Bruch beginnt und zur Mitte verläuft" . . . . Etwas unklar schreibt er an einer andern Stelle: „es berstet die am stärksten gedehnte Partie der Basis und in

der Linie, wo die Dehnung am grössten, werden natürlich die Punkte der Basis, welche am sprödesten sind oder am wenigsten Resistenz darbieten, am ehesten nachgeben.“ Den Ausdruck par contrecoup auszumerzen schlägt er vor und dafür die Bezeichnung: directe, direct irradicierte und indirecte Brüche. „Von indirecten Brüchen kann man nur dann reden, wenn zwischen dem Ort der Gewalt — ob fracturiert oder nicht — und dem an einer mehr oder weniger entfernten Stelle entstandenen Bruch einer Knochenpartie liegt, an der weder die innere noch die äussere Tafel gebrochen ist.“

Ehe wir nun die Arbeiten *v. Wahl*'s besprechen, seien noch *Jos. Hyrtl*'s[89] und *W. Roser*'s[90] Ansichten wiedergegeben. Ersterer fand, dass ein in frischem Zustande auf den Boden geschleuderter Schädel mehrere Sätze „wie ein elastischer Ballen“ macht. „Die ungleiche Dicke der Schädelknochen erklärt es, warum eine Gewalt, welche kleiner ist als die Cohäsion des von ihr getroffenen Knochens, wenn sie sich im Schädelgewölbe fortpflanzt, an einer entlegenen dünneren Stelle der Schädelwand Bruch bewirken kann.“ — *Roser* bezeichnet indirecte und Contrafractur als symomym; sie setzen immer eine „starke Erschütterung des ganzen Schädels“ voraus. Er beobachtete, dass „öfters ein Sprung auf der innern Seite sich weiter fortsetzt als auf der äussern.“ „Auch ein Abspringen der äussern Knochenschichte von der innern . . . wird häufig beobachtet. Nicht selten ist das Knochenstück innen breiter.“

Neben *O. Messerer* ist es vor allem *v. Wahl*, dem die befriedigende Lösung des medicinischen Problems der Contrafissur zu verdanken ist. Die Resultate seiner ersten 1883 erschienenen Arbeit fassen sich folgendermassen zusammen: Es gibt an der Basis Quer-, Längs- und Diagonalbrüche, welche als indirecte oder Berstungsbrüche, und Ringbrüche, die als directe oder Zertrümmerungsbrüche aufzufassen sind. Die Bruchspalten entstehen durch Berstung, nicht durch Irradiation. Die Richtung der Gewalt bedingt die Richtung der Fissur, so dass man umgekehrt aus der Richtung der Fissur auf die Richtung des Gewaltaktes schliessen kann. Es entsteht der Berstungsbruch dadurch, dass die zur Druckwirkung rechtwinklig verlaufenden Schädelachsen eine Verlängerung erfahren, die entsprechenden Meridianbogen aber eine stärkere Krümmung, und der Bruch beginnt „im Aequator der Druckrichtung“ oder unter bestimmten Verhältnissen ober- und unterhalb desselben.“

„Die durch Druck erzeugten Bruchspalten (Berstungsbrüche) sind immer indirecte d. h. im physikal. Sinne unabhängig von der lokalen Continuitätstrennung, vereinigen sich aber häufig genug". „Immer läuft die Fissur aber genau in der Druckachse, ohne sich um die anatomische Beschaffenheit der die Schädelbasis zusammensetzenden Knochen zu kümmern." Dass Berstungsbruch oder Stückbruch entsteht, hängt davon ab, ob die Elasticität des Substrates in toto oder wenigstens in grosser Ausdehnung in Anspruch genommen wird oder nicht. Unter Umständen können beide Bruchformen nebeneinander auftreten. Irradiation im Sinne *Aran-Filicet*'s kann aber „niemals durch Druck" erzeugt werden; sie lässt sich nur erreichen durch eine Kraft, welche die Moleküle auseinanderzuzerren, auseinanderzureissen bemüht ist, also ganz in entgegengesetzter Weise wirkt wie der Druck." Die Entstehung von Berstungsbrüchen bei umschriebenem Druck erklärt *v. Wahl* durch Kürzung gewisser Radien, wodurch die Zwischenteile wellenförmig hervorgetrieben werden und einreissen wahrscheinlich in demselben Momente, wo die Verdrängung der Moleküle in der Richtung der drückenden Gewalt bis zur kreisförmigen Continuitätstrennung vorgeschritten ist." — Die Basisbrüche sollen durch die geringere Elasticität der Basis bedingt sein, ihr Festigkeitsmodulus sei auch geringer, (was aber bis jetzt unbewiesen geblieben), weiter lagen die schwächsten Meridianbögen an der Schädelbasis. *v. Wahl*'s spätere Arbeiten über dieses Thema verfechten immer dieselben Ansichten. In einer gegen den Niederländer *Treub* veröffentlichten „Zurechtstellung" vereinfacht er in dankenswerter Weise die verworrene Nomenklatur, indem er vorschlägt alle parallel zur Druckrichtung verlaufenden Fissuren „Berstungsbrüche" zu nennen. In der Regel „entstehen die Biegungsbrüche in der Nähe der Druckpole, im Aequator sehr selten". Bei stossenden Gewalten entstehen die Berstungsbrüche im Druckpol oder in der nächsten Umgebung desselben. Bei drückenden Gewalten entstehen aber auch entfernter vom Pol beginnende sogenannte indirekte Berstungs- und Biegungsbrüche." In einer weiteren Arbeit 1888 schreibt er: „die rad. Bruchspalten beginnen in gewisser Entfernung von der gedrückten Stelle und nicht am Druckpole selbst." „Beim Berstungsbruch beginnt die Continuitätstrennung stets in der kürzeren tabula vitrea und zeigt hier gewöhnlich noch eine grössere Ausdehnung als in der tabula externa." Jedoch ist „unseres Erachtens nicht die Kürze der tab. vitr." eine Erklärung für diesen Vorgang. „Der Biegungs-

oder Impressionsbruch umkreist gewissermassen den Druckpol, beginnt von der äussern Fläche her und zeigt hier auch regelmässig eine grössere Ausdehnung als an der tab. vitrea" . . . „Je näher zur Basis, desto eher wird sich der Impressionsbruch an der getroffenen Stelle mit Berstungsbrüchen der Basis verbinden." . . . „Die Gewalten sind nach *Messerer* je nachdem Gewalt oder Geschwindigkeit überwiegt als drückende oder stossende zu bezeichnen." Diese Anschauungen *v. Wahl*'s zeitigten eine Reihe interessanter Publikationen, die im ganzen alle seiner Theorie günstig sind.

Aus dem Jahre 1884 ist aber noch eine Arbeit von *Charles B. Nancrede*[93] — citiert nach *Dulles*[97] — zu erwähnen, der noch in der alten Vibrationstheorie sich befangen zeigt. Die Schwingungen sollen auf dem kürzesten anatomischen Wege zur Basis gehen und dort wie Elektrizität entladen werden an dem Ende des Felsenbeines und den proc. clinoid., welche Schwingungen nicht fortleiten könnten. Er lenkt auch die Aufmerksamkeit auf den hervorragenden Einfluss der Kopfstellung auf die Richtung der Kraftfortleitung.

In eine Polemik gegen *v. Wahl* trat der schon oben erwähnte Niederländer *Hector Freub*[95]; er denkt sich den Schädel aus unzählig vielen Reifen zusammengesetzt; jeder Reif, belastet auf irgend einem Punkte lässt am Druckpunkt die äussern Moleküle aneinanderrücken, die innern auseinanderweichen und umgekehrt 90° entfernt. Wird die Cohäsion besiegt, so entsteht am Druckpol ein „Flachbiegungsbruch", der an der Innenseite, am Aequator dazu ein „Krummbiegungsbruch", der an der Aussenseite beginnt. Beide verlaufen rechtwinklig zur Druckachse; ausserdem kann aber auch ein parallel der Achse verlaufender „Berstungsbruch" entstehen. „Welche von den 3 Brucharten bei der Compression einer homogenen Kugel entstehen würde, lässt sich nicht im Voraus sagen." — Er unterwarf das von der Schädelbasis losgelöste Schädeldach aller gewöhnlichen Druckversuchen und fand, dass die den Druckplatten anliegenden Stellen nicht eine Krümmungsminderung ganz oder fast ganz korrespondierend den 90° davon entfernten Stellen erfahren, sondern einfach nahezu flach gelegt werden, wie eigentlich schon aus *Messerer*'s und *Hermann*'s Messungen hervorgehe. Bei dem Zusammendrücken entstünde erst ein Bruch (in der Druckachse) vom Druckpol aus, dann vom Gegenpol und endlich am Aequator, der sich mit den beiden andern

vereinige. Der Bruch an den Druckstellen sei ein Flachbiegungsbruch, denn er sei in der tab. int. länger als in der externa. Er bezweifelt, dass bei plötzlich einwirkender Gewalt die Elasticität des Schädels in toto in Anspruch genommen wird. Die lokalen Veränderungen träten rascher ein als sich die Formveränderung infolge andersartiger Molekulveränderung bilde. Auf Grund seiner Versuche formuliert er das Gesetz: „Die Bruchlinie liegt in einer Ebene, welche vertical steht auf den horizontalen Bogen des gedrückten Punktes“ und behauptet:

1. Die Fracturen fangen als Flachbiegungsbrüche an und gehen von den Druckstellen aus; isolirte Basisspannungsbrüche kommen nie ohne Fractur von der Druckstelle aus vor.

2. Die Richtung ist abhängig von der horizontalen Krümmung der getroffenen Stelle, also vom anatomischen Bau.

Er leugnet demnach den Einfluss der Druckrichtung auf die Fissurrichtung.

Greder [96] hingegen bestätigte, dass die Richtung des Bruches parallel der Gewaltrichtung verlaufe ebenso in Druck- als auch Fallversuchen, die er an einer dem *Messerer*'schen Fallapparat ähnlichen Einrichtung anstellte. Er teilt die Fracturen ein in „Sprünge“ und „Brüche κατ' ἐξοχήν“ erstere entstehen durch Spannungsverhältnisse in der Radiäranordnung der Moleküle, letztere durch Spannungsverhältnisse in der Tangentialanordnung der Moleküle. Ein Bruch könne nur am Orte der Gewalteinwirkung zustande kommen, ein Sprung dagegen immer am Punkte der geringsten Festigkeit in der Fläche. Zu den wahren Brüchen gehören auch die der Hinterhauptsgrube infolge von Eintreiben des Schädels in die Wirbelsäule. „Manchmal hat es den Anschein als ob ein Bruchstück ähnlich auf ein anderes gewirkt habe wie der Atlas auf die Basis occipit. und man so berechtigt wäre, einen „Bruch“ an einer von dem Orte der Gewalteinwirkung ziemlich entfernten Stelle anzunehmen. Es lässt sich auch gegen eine solche Annahme theoretisch nichts einwenden und ich glaube sicher, dass solche Brüche vorkommen können“. — Zur Erklärung des Mechanismus der Basisbrüche gibt *Greder* eine Projektionsfigur von Druckachse und Aequator auf die Basis; es wirken „die Kräfte welche ihren Ursprung der totalen Elasticität des Gewölbes verdanken, in der Fläche derselben, von der Druckachse weg in der Richtung nach den Aequatorenden“. Da theoretisch die stärkste Zerrung im Aequator, so müsse der Aequator der Basis reissen, weil letztere

überhaupt schwächer als die Calvaria sei. Sei erst einmal ein Riss entstanden, so reisse er weiter „ähnlich wie ein nur angeschnittenes Linnen durch Ziehen an zwei Zipfeln zerreisst.“ — Auch *Greder* ist also gezwungen, eine mindere Festigkeit der Basis anzunehmen, ein Factor, der noch gar nicht bewiesen ist. Interessant sind seine Versuche, in denen er die Elasticitätsverhältnisse des Schädels durch mechanische Vorrichtungen zu ändern suchte. Seine so präparierten 4 Schädel verhielten sich unter der Gewaltwirkung genau, wie a priori von ihnen zu erwarten war. Er glaubt sich beinahe berechtigt, die vordere Grube für sich als noch unter ganz besonderen Elasticitätsverhältnissen stehend, gewissermassen „als Staat im Staat“ zu betrachten; diese könne, wenn die Elasticität des Ganzen nicht in Anspruch genommen werde, für sich zur Wirkung kommen und so isolierte Sprünge in der vorderen Grube veranlassen. (Schluss aus präpar. Schädel A 4). — „Der Sprung beginnt in den Basisteilen des schwächsten Widerstandes, ganz gleich, ob nahe dem Druckpol oder, wie es wohl meist, am Aequator resp. in dessen Nähe.“

Die bis dahin grösste litterarische Bearbeitung des Themas veröffentlichte 1886 der Amerikaner *Ch. W. Dulles*[97]. Er erklärt als erster deutlich die Anordnung der Aequatormoleküle auf dem neuen grösseren Aequator als die Ursache des zwischen ihnen eventuell entstehenden Risses. „The direct depressive force is converted into an indirect disruptive force.“ . . . „The disruptive force will be at a maximum at the equator, but the same conditions of disruptive force opposed to cohesion will be found in different proportions in every line parallel to the aequator. As a result, in a perfect sphere with homogeneous walls such a solution of continuity would naturally begin at the geometrical equator and extend equally and simultaneously in opposite directions in a meridional line toward the poles. But in a spheroid or ellipsoid not regular in shape, and with walls varying in strength in different parts, the result would be modified by these variations. Thisis exactly what we find in the case of the skull . . .“ Von 119 auf die Berstungstheorie geprüften Fällen erfüllten 111 völlig deren Bedingungen, 8 Fälle nur schienen zu widersprechen. „There are some fractures in which the force applied is so great and acts in such a manner that the skull is crushed so as to hide any coincidence of the play of its elastic properties, the fracture being of a comminuted sort; and there are others, in which as I have noted in passing,

one segment of the skull seams to be showed over the other by forces of pressure and counterpressure which require some study before their mode of operation can be understood. In this connection it is of importance to learn in any case the position which the skull has held in relation to the spinal — column or to any body capable of exerting counterpressure. No less is it important not to overlook the counterpressure which is caused by the simple „vis inertiae of the skull and its contents".

Er formuliert das Bruchgesetz im *Messerer-v. Wahl*'schen Sinne, aber „the application of this law is subject to certain mo: difications due to the anatomical and architectonic pecularities of the skull, its coverings and contents and to certains exceptions due to the amount and velocity of the force applied as well as to the coming into play of peculiar counter forces".

Aus *Messerer*'s Resultaten schliesst er „the cohesive power of the base of the skull is less than that of the vault" und präcisiert, wie je nach Lage und Richtung der Druckachse der Berstungsbruch zu erwarten sei.

W. Greiffenhagen[98] experimentierte auf Anregung *v. Wahl*'s mit gekochten Eiern und beobachtete deutlich, dass die radiären Bruchspalten in der Umgebung der gedrückten Stelle entstehen und sich erst bei weiterer Fortsetzung des Druckes gegen den Druckpol und den Aequator fortsetzen. Er unterscheidet mit v. *Wahl* stossende und drückende Gewalten. meist kommen aber beide Eigenschaften in einer Gewalt zur Wirkung. Stossende Gewalten mit kleiner Angriffsfläche erzeugten vor allem Biegungsbrüche, die mehr oder weniger auf dem Orte der Gewalt beschränkt blieben und sich vorwiegend auf das Gewölbe lokalisieren; Berstungsbrüche entstehen durch breit angreifende Compression, beginnen am Orte der stärksten Zerrung oder Dehnung am Aequator, erstrecken sich über einen grossen Teil des Schädels und finden ihre Hauptverbreitung an der Basis; sie beginnen „natürlich an der Innenfläche; weil die innern Kreisbögen relativ kleiner sind und eher das Maximum ihrer Spannung erreicht haben als die äussern". Die Biegungsbrüche, die man entfernt vom Ort der Gewalteinwirkung trifft, sind als Krummbiegungsbrüche *Treub*'s aufzufassen.

Seine Schlüsse sind:

1. Convexitäts- und Basisbrüche zeigen inbezug auf den Mechanismus ihrer Entstehung keinen wesentlichen Unterschied,

nur dass bei ersterer Biegungsbrüche, bei letzterer Berstungsbrüche überwiegen.

2. Die durch äussere Gewalteinwirkung entstandenen Schädelbrüche stehen entweder rechtwinklig zur Druckachse oder sie laufen parallel zu derselben in den Meridianen des Schädelsphäroids.

3. Erstere sind nach dem Mechanismus als Biegungs-, letztere als Berstungsbrüche aufzufassen.

4. Die Richtung der radiären Brüche gibt mit Sicherheit die Richtung der Gewalt an.

Bei all den Autoren, welche die am Schädel vorkommenden Bruchformen erschöpfend behandelten, gab es eine, die der Erklärung mit ihrer Theorie trotzte: — *Félicet* nannte sie fract. à grand fracas, *Hermann* Brüche „mit unausgesprochenem Fracturtypus", *v. Bergmann* solche, „die sich über jede Regel hinwegsetzen", *Trélat* ein „mystère", welches „dispense de nous creuser la tête".

B. Körber[99] gelang es sie dem Verständnis zuzuführen und ebenfalls in die *Messerer-v. Wahl*'sche Theorie einzupassen. „Scheinbar jeder Gesetzmässigkeit entbehrende Bruchspalten lassen sich mit der Annahme mehrerer Druckpole und dementsprechend auch mehrerer paralleler Druckachsen erklären, die gleichzeitig oder doch fast gleichzeitig entstehen, da der Schädel vorn, hinten und seitlich flächenhaft ist und auch die angreifende Gewalt oft flächenhaft wirkt". Man müsse dann von einer Druck- oder Angriffsfläche reden; dann könne man die Bruchlinien, die mitunter sowohl als Berstungs- als auch als Biegungsbrüche zu deuten wären, erst richtig klassificieren. Es erscheint ihm sehr unwahrscheinlich, „dass 2 von entgegengesetzten Seiten des Schädelgewölbes ausgehende Bruchspalten sich an einem Punkte der Basis so treffen sollten, dass ihre beiden Schenkel eine grade Linie bilden würden. Auf Grundlage der Beobachtung und Ueberlegung nehme ich daher an, dass die bei doppelseitiger Compression über die Basis hinwegsetzenden Berstungsbrüche entfernt von den Polen im Aequator beginnen und von dort gegen die Pole ziehen". — Fissuren nach „einseitiger Compression" infolge von Schlag oder Stoss, wo die Elasticität nur in beschränktem Umkreis um den Pol in Anspruch genommen wird, sind gekennzeichnet:

1. dadurch, dass der Berstungsbruch an ihm selbst oder doch in seiner nächsten Umgebung beginnt.

2. sich der auf die Basis übergetretene Spalt allmählich verschmälert und nur meist bis zur Mitte verläuft.

3. sich in eine Anzahl feiner oft nur mit der Lupe erkennbarer Endäste auflöst.

Die Richtung der Gewaltwirkung lässt sich aus der Richtung der Bruchlinien mit absoluter Sicherheit erkennen. „Ob aber die Gewalt in einer senkrechten, horizontalen oder diagonalen Ebene an der Stirn, am Hinterkopf oder an der Schläfengegend angriff, darüber ergibt eine Untersuchung über die Richtung der Bruchspalten keinen Aufschluss".

Aus seinem Résumé ist hervorzuheben:

4. Die Zahl der Berstungsbrüche hängt von der Ausdehnung der Druckfläche ab. Beim Auftreten mehrerer Druckpole finden sich parallel verlaufende Berstungsbrüche.

5. Isolirte Basisfracturen sind sehr selten; die am Türkensattel sind als unvollständige Ringbrüche aufzufassen; die auf den Augenhöhlenplatten auftretenden sind Fortsetzungen von Fracturen der Gesichtsknochen.

Eine Stütze für *Körber*'s Arbeit bietet die von *G. v. Knorre*.[100] Er bestätigte durch Sektionsbefunde, dass im allgemeinen die Verletzungen auf der unterstützten Seite viel geringer sind als auf der Seite des Angriffes der Gewalt. (Sein Fall 3 macht aber eine Ausnahme.) Bei doppelseitiger Compression findet er auch Berstungsbrüche der Convexität; bei einseitiger Compression fanden sich meist zahlreiche, den Druckpol umkreisende Biegungsbrüche. Um die Stelle des weitesten Klaffens der Berstungsfissur zu bestimmen, kann mitunter ein Riss in der Dura *(v. Knorre)*, Einklemmung kleiner Fettmassen *(Körber)* oder von Haaren *(v. Wahl)* wichtige Anhaltspunkte bieten. Ausser der Berechtigung der *Körber*'schen Annahme von mehreren Druckachsen macht er ebenfalls darauf aufmerksam, dass die Biegungsbrüche die Tab. externa oft weiter durchsetzen, als die interna, dass die Berstungsbrüche bei doppelseitiger Compression mitunter 2 oder gar alle 3 Schädelgruben alterieren, während sie bei einseitiger die Mittellinie nur selten überschreiten. Ersteres geschieht, weil die Schädelelasticität in toto, letzteres weil sie nur partiell in Anspruch genommen werde. — In seinem Fall XIV kommt auch Keilwirkung in Frage (Beilhieb).

Anna Heer[101] hält bei einseitiger Compression eine grössere Kraft zur Fracturirung für nötig als bei doppelter Compression.

sie findet die Fissuren in Verbindung mit dem Druckpol, an diesem oder in seiner Nähe klaffend, sie können deshalb auch nicht im Aequator begonnen haben. Doch erleidet die Ausbreitung der Berstungssprünge an der Basis „durch die Architectur des Schädels keine wesentlichen Modificationen".

Körber's Annahme mehrerer oder wandernder Druckpole resp. einer Angriffs- oder Druckfläche hält sie zur Erklärung einzelner von ihr veröffentlichten Basisfracturen notwendig.

Die Anteilnahme des Gehirns an der Schädelknochenfractur festzustellen unternahm *Kocher*.[102] Er brachte in dasselbe an verschiedenen Stellen Deckgläschen, die nach Gewalteinwirkungen auf den Schädel mitunter brachen, auch ohne dass es zur Knochenfractur kam. Er fand, dass, wenn ein Trauma die Schädelwand trifft, sich augenblicklich im Schädelinhalt einn Kraft entfaltet, die von innnen nach aussen wirkt, nicht alleie in der Richtung des Trauma, sondern auch auf alle andern Punkte des Inhaltes, herrührend von der Entwicklung des hydrostatischen Druckes.

M. Matthäi[103] glaubt für die Entstehung des durch direkten Druck der Wirbelsäule herbeigeführten Ringbruches der Basis keine so bedeutende Kraft nötig, als von mancher Seite angegeben werde; denn der Mangel an Diploë etc. überhaupt ihre ganze anatomische Anordnung gäbe der Basis von vorneherein eine grössere Schwäche. In ihrer Anatomie läge auch die Erklärung für den so häufig unregelmässigen Verlauf mancher Basisfissuren. „Sehr häufig springen sie in eine Knochennaht über, durchsetzen dieselbe eine Strecke lang, um sie dann an einer anderen Stelle unter demselben Winkel zu verlassen; wir erhalten auf diese Weise die von *Hueter* angeführte Z-Figur". — Indirekte Basisbrüche gibt er zu.

Eine der *Treub*'schen vom Mechanismus der Schädelbrüche sich annähernde Anschauung äussert *C. Evler*.[104] Er kennt nur Flach- und Krummbiegungsbrüche und zwar direkte und indirekte beider Arten, rechnet also *Treub*'s Spannungsbrüche zu den Flachbiegungsbrüchen. Das Beispiel eines Stockes, den man zu biegen versucht, wendet er auch auf die vertikalen Bogen an. — Er glaubt, dass man das Innere der Schädelkapsel für das Entstehen der Kapselfracturen nicht absolut vernachlässigen dürfe. Für manche Fälle, z. B. plötzlichen heftigen Stoss, der eine Lochfractur setzt, macht er die Entwicklung eines hydrostatischen Druckes verantwortlich; die etwa entstehenden Brüche sind nach

seiner Einteilung indirekte Krummbiegungsbrüche, weil durch den Druck von innen an den schwachen Stellen eine Ausbuchtung nach aussen bewirkt werde. Dass bei Lochbrüchen von aussen nach innen die Interna stärker beteiligt sei, liege daran, dass „die Masse der letzteren auch noch mit dem eindringenden Gegenstand in die erstere hineingetrieben" werde.

1894 und 1896 veröffentlichte *Edg. Bohl*[105] – [106] zwei umfangreichere Arbeiten über das Thema. In seiner ersten teilte er die aus 35 Versuchen gewonnenen Schlüsse mit. Er kennt als Mechanismus der Schädelbrüche eine Keilwirkung, Berstung-Biegung und Sprengwirkung. Die Keilfissuren, schon von *Félicet* dargestellt — „beginnen an der Stelle, wo der keilförmige Gegenstand eindrang, und klaffen dort am meisten. In ihrer Richtung sind sie von der Ebene, in welcher der Keil eindringt, abhängig. Im Gegensatz zu den Berstungen nach stumpfer Gewalteinwirkung verlaufen die Fissuren meridional nur dann, wenn der Hieb in senkrechter Richtung die Knochentafel durchdringt; je mehr schräg der Hieb die Knochen trifft, um so mehr nähern sich die Fissuren im Verlauf den horizontalen Bögen . . . zum mindesten in ihrem Beginn . . . Nicht zu vernachlässigen ist der Gegendruck, den der Knochenring in der Umgebung eines deprimirten Stückes auf dieses auch während des Flachlegens ausübt". — Keilwirkung bei gleichzeitiger Abplattung sind die Sternfracturen mit Knochendepression oder Splitterung; dabei verlaufen die Fissuren meridional.

Mittelst eines besonderen Messapparates fand er, dass „am stärksten die Elasticität des Schädels in Anspruch genommen wird an den der Gewalteinwirkung direkt unterworfenen Stellen, am Druckpol und in dessen Umgebung". Wie vor ihm schon *Greder*[95] machte er Versuche mit Schädeln, deren Elasticitätsverhältnisse durch künstliche Vorrichtung in beliebig gewählten Meridianen verändert wurden. Es ergab sich, dass „die Biegungsbrüche über die Berstungsbrüche überwiegen, sowohl bei langsamer doppelseitiger Compression, wie bei plötzlicher Gewalteinwirkung . . . (die letzteren) folgen den Meridianen". „Fracturiert man isolierte Schädeldächer durch Schlag, so treten, wie eine Reihe von Fissuren ergab, Fissuren auf, die denen am unverletzten Schädel entsprechen". „Das isolierte Dach zerbricht bei Schlag analog, wie eine durch einen Wurf zersprengte Glasplatte. Hier wie dort treten die radiären Risse auf, unbeschadet der Schwierigkeit, dieselben zu erklären". *Bohl* scheint augenblicklich hier nicht der *Wahl*'schen[91] Erklärung zu gedenken.

„Ein Stoss, der in sagittaler Richtung geführt, das Scheitelbein streift, wird am ehesten eine quere d. h. eine senkrecht darauf stehende Fissur erzeugen, ganz entsprechend der Richtung, in welcher die Stosswirkung auf den Schädel zur Geltung kam und im Gegensatz zur Richtung des Stosses; *Ignatowski* fand allerdings entgegen dieser Ueberlegung, dass bei schräg geführtem Schlage die Fissuren in einer mit der Richtung des Schlages gleichsinnigen Richtung verlaufen". „Biegungsbrüche des Schädels entstehen durch Kräfte, die senkrecht zur Ebene der Knochentafeln wirken". Aus seinen Thesen ist noch hervorzuheben:

1. Das Auftreten von Biegungsbrüchen der Schädelbasis, entfernt vom Orte der Gewalteinwirkung, ist im Bau der Schädelbasis begründet.

2. Mit dem Mechanismus der Berstung des Schädels am Orte der Gewalt konkurriert der Mechanismus der Keilwirkung.

„In Sachen der Schädelbrüche" ergriff er 1896 nochmals das Wort und veröffentlichte neue 31 Versuche. Er fand dabei, dass sich „isolierte entfernte Biegungsbrüche der Basis, — die man bis dahin als Berstungsbrüche gedeutet hatte — leicht erzeugen lassen, leichter aber an der isolierten Basis als am unverletzten Schädel. Sie bevorzugen gewisse Stellen, erscheinen oft isoliert und schliessen sich nicht, wie an der Convexität, in Bogenlinien aneinander, um den Druckpol zu umkreisen". Ihre Erklärung hat von dem anatomischen Baue der Basis auszugehen" und er erläutert sie an einer schematischen Figur aus *H. Meyer*'s „Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes", welche die spiralige Gestalt eines Mittelschnittes durch den Schädel und das starke Hervortreten des Sattelwinkels veranschaulicht: „Auf Verticalfissuren sind auch fast ausschliesslich die Halbierungen der Schädels zu beziehen, von denen *v. Bruns* 6 aus der Litteratur gesammelt hat, während unter den von mir zusammengestellten Basisfracturen 3 Halbierungen des Schädels, 2 quere und 1 sagittale sich fanden". „Horizontale Fissuren sind (aber trotzdem) selten zu beobachten". Er erklärt sie aus der Gestaltung des Schädels. „Namentlich die Gestaltung der Basis widerstrebt jeder einheitlichen Auffassung, so dass es zweckmässig ist, der Formverschiedenheit zwischen Gewölbe und Basis auch rücksichtlich der Fracturen Rechnung zu tragen. Entsprechend den in der Anatomie gegebenen Grenzen zwischen Schädelbasis und

Schädelgewölbe, setzt sich die Basis an das Gewölbe in der vorderen Schädelgrube nahezu rechtwinklig an; in der mittleren Grube unter einem spitzen Winkel und in der hinteren in Gestalt einer gekrümmten Fläche. Eine Uebertragung des Gesetzes der Berstung in meridionalen Linien, das dem Verhalten einer Hohlkugel entnommen ist, wird daher am ehesten für das Hinterhaupt und die mittlere Grube, nur schlecht für das Vorderhaupt zulässig sein". — Physiker von Fach für den Mechanismus der Schädelbrüche zu interessieren, gelang bekanntlich deswegen nicht, weil es unmöglich ist, die Form des Schädels auf eines jener einfachen Paradigmen zurückzuführen, welche die mathematische Behandlung zulassen".

Konnte *Treub* entfernte Biegungsbrüche an isolierten Schädeldächern Erwachsener nicht erzeugen, so gelang *Kusmin*[115] — citiert nach *Bohl* — in Uebereinstimmung mit *Ch. Bell*[32] — ihre Darstellung an Kinderschädeln. Er fracturierte Schädel von Brustkindern durch Schlag mit einer 6 ℔ schweren Eisenmasse auf den Scheitel. Die enstandenen meridionalen Fissuren erreichten die Basis nicht, sondern endeten an einer horizontal verlaufenden Fissur, die vom Scheitelbein nach vorn durch die Kranznaht zum Orbitaldach zog, an der Stelle des Ueberganges des Schädelgewölbes in das Gesicht quer hinüber zur anderen Seite lief und hinten bis an die Lambdanaht reichte. An der Stelle des Schlages waren gewöhnlich die hinteren Knochen unter die vorderen getrieben. So auch war an der horizontalen Fissur der untere Rand tief unter den oberen eingedrückt. Er erklärt diese Fissur damit, dass „die kindlichen Knochen bei ihrer Dünne und Sprödigkeit infolge von Einbiegung am Ort der Gewalt und Ausbiegung an den Seiten des Schädels auch an letzterer Stelle brechen".

In seinem Falle 3 findet *van Nes*[107] bei unleugbar nur einseitiger Compression eine alle 3 Basisgruben durchsetzende longitudinale Basisfissur (contra Annahme *Körber*'s[99]), da die Ausdehnung des Bruches durch die Grösse der einwirkenden Gewalt bedingt werde. „Bei einseitiger Gewalteinwirkung sehen wir die Berstungsbrüche am Ort der Gewalteinwirkung entstehen, hier am stärksten klaffen, sich im weiteren Verlauf allmählich verschmälern und in feiner Verästelung oder in einem Foramen enden".

„Bei breitbasiger Gewalteinwirkung mit mehreren Druckpolen entstehen der Zahl der Druckpole entsprechende und mit-

einander parallel verlaufende Brüche“ . . . „Die meisten Basisbrüche sind vom Schädelgewölbe oder Gesichtsschädel fortgeleitete Brüche. Isolierte Basisbrüche sind selten. Bei doppelseitiger Gewalteinwirkung verbindet ein Berstungsbruch in einem Meridian beide Druckpole und klafft am Aequator am stärksten“.

In der Dissertation von *G. Luda*[108] findet sich nur wenig für unsere Frage Belangreiches. Er sondert die einzelnen Schädelformen in *Küttlinger*'scher[43] Einteilung und unterscheidet „das elastische, sphärisch gebaute Gewölbe“ und „die starre brüchige Basis“. „Die Erschütterungswelle pflanzte sich nach allgemeinen physikalischen Gesetzen hauptsächlich in der Richtung fort, wo sie den geringsten Widerstand findet“. Die umfangreichere Splitterung der lam. int. erklärt auch er mit der Volumsvermehrung des perforierenden Körpers durch die mitgerissenen Trümmer. Für scharfe Hiebwaffen nimmt er Keilwirkung an, auch für die sich daran anschliessenden Fissuren.

Speziell dem Mechanismus der indirekten Orbitalfracturen mit einer reichen casuistischen Zusammenstellung ist die Dissertation *W. Ipsen*'s[109] gewidmet. Sie böten sehr viel Mannigfaltigkeiten inbezug auf Ausdehnung, Zahl, Richtung und Dislocation der Fragmente. Die Richtung falle in der Hauptsache mit der der vis a tergo zusammen, ihre Entstehung verdankten sie hauptsächlich den Einwirkungen von stumpfer Gewalt und der dadurch bedingten Formveränderungen des elastischen Schädels. Bei Schusswunden kommt ausser dieser noch die Höhlenpression, durch einen momentan und kolossal gesteigerten endokraniellen Druck zur Berücksichtigung. Isolirte indirekte Orbitalfracturen mit Beschränkung auf das Orbitaldach seien „extrem selten“; unter seinen 25 Fällen sind 7, von denen einer *(Maceven)* noch strittig, enthalten.

In seinem Werke: „Verletzungen und Erkrankungen des Schädels und seines Inhaltes“ steht *E. v. Bergmann*[110] nunmehr ganz auf dem Boden der *Messerer-v. Wahl*'schen Theorie. Der anatomisch so ungleiche und im Verhältnis zum Gewölbe auch schwächere Bau sei der Grund, weshalb „die Berstungsbrüche ihren Anfang in der Basis nehmen und von ihr aus nach vorn, hinten oder den Seitenteilen, je nach den getroffenen meridionalen Kreisbögen sich weiter forsetzen“. Der Unterschied in der Ausdehnung der Fissuren bei doppelseitiger und bei einseitiger Compression (ohne Unterstützung) sei wohl durch das Ausweichen resp. Nachgeben des nicht unterstützten Schädels bedingt.

„Isolierte kurze Fracturen der Basis sind unvollständige Biegungs- oder Berstungsbrüche. Am häufigsten . . . auf dem Orbitaldache . . .“ Die trichterförmige Depression bei einem Stückbruch erklärt er folgendermassen: „Der Druck setzt sich bis in die nicht getroffene Umgebung fort und erweitert so den Ring, den diese um das getroffene Centrum bildet. Es ist klar, dass die in dieser Weise gespannte Umgebung auf das abgeflachte Stück einen Gegendruck ausübt. Hört jetzt die Einwirkung auf den Mittelpunkt dieses nicht auf, sondern hält sie noch weiter an, so dass das betreffende Stück einwärts gedrängt wird, so kann sich die Elasticität der Umgebung so sehr geltend machen, dass sie die Basis des einwärts getriebenen Kegels einschnürt und sein Zurückspringen hindert. In diesem Falle ist aber, wie die Erfahrung . . . lehrt, immer auch die Elasticität der knöchernen Schale bereits über Gebühr in Anspruch genommen, und bricht der einwärts gedrängte Teil zusammen“.

Auch *R. Wanker*[111] kommt auf Grund seiner Prüfungen an 66 casuistischen Fällen der *Braun*'schen Klinik zu einer unbedingten Anerkennung der *Messerer-v. Wahl*'schen äquatorialen oder Biegungs-, und meridionalen oder Berstungsbrüche, ebenso der *Körber*'schen Lehre von mehreren gleichzeitigen resp. einer wandernden Druckachse. Stosswirkung tritt ein bei mehr minder grosser Geschwindigkeit, „während die Krafteinwirkung mit dem Anprall gegen den Körper auch ihr Ende erreicht“. Reine Stossfracturen können nicht allein durch Gewehrprojektile, sondern auch durch spitze Gegenstände (Schirme, Stöcke etc.) hervorgerufen werden.

Eine ziemlich zusammenfassende Darstellung der anerkannten Wahrheit der *Messerer-v. Wahl*'schen Theorie bietet *Eug. Schlesinger*.[112] Er findet, dass sich namentlich bei Querbrüchen der mittleren Schädelgrube und bei mässig starker Gewalteinwirkung (spec. bei einseitiger Compression) der hemmende Einfluss der *Welcel*'schen[74] Strebepfeiler auf die Ausdehnung der Fissuren kaum leugnen lasse. Die Fissur könne durch eine resistentere Partie der Basis aufgehalten werden und sich an schwächeren Stellen wieder fortsetzen, doch sei die Ablenkung des Fissurenverlaufes von der Meridianrichtung durch die Architektur des Schädels stets nur eine unbedeutende. Die Knochenverletzung sei an der Angriffsfläche fast immer eine viel bedeutendere. Läge diese an der Basis, so blieben die Berstungs- und Biegungsbrüche auf diese beschränkt, da die Basis „infolge

ihrer unvollkommenen Elasticität nicht imstande ist, die dem angegriffenen Punkte mitgeteilte Bewegung auf die Convexität zu übertragen. Das umgekehrte ist der Fall bezüglich des Schädelgewölbes, von dem aus die Fissuren fast stets nach dem Schädelgrunde ausstrahlen".

Mit *Aran*[39] hatte man eine Begrenzung der durch Sturz auf das Hinterhaupt entstandenen Basisfissuren nach Durchquerung des Felsenbeines meist in der sella turcica angenommen, seltener in der sutura petrosphenoidalis. Angeregt durch eine Beobachtung machten *E. Quénu* und *R. Tesson*[113] Versuche an Leichen, die sie durch eine sinnreiche Vorrichtung mit dem Schädel auf eine Steinkante mit ziemlicher Gewalt aufschlagen liessen. Sie fanden die Brüche alle 3 Gruben mitunter bis zur lam. cribos. durchsetzen. Fast immer war das Felsenbein verschont, die Fissur folgte meist der sutura petrobasilaris, nach dem sie die pars basil. occip. durchbrochen hatte; mitunter zog der Sprung durch das foramen magnum: Es musste also der verschiedene Widerstand der einzelnen Basisteile für die Form der Fissur ausschlaggebend sein.

War die Beteiligung des Schädelinhaltes zur Frakturierung der Kapsel bei Schussverletzungen ohne Zweifel, so hatten doch nur wenige Autoren seine Bedeutung auch bei andern Verletzungsmitteln angedeutet. *O. Tillmann*[114] unterzog diese Frage einer genaueren experimentellen Prüfung. Er kam nebenbei zu dem Schlusse, dass die allgemeine Elasticität des Schädels zu hoch angegeben werde, weil die Externa lokal eingedrückt werden könne ohne Alterierung der Interna. Das Gehirn als fracturierender Factor komme weder bei doppelseitiger Compression, noch bei einseitiger mit Unterstützung in Frage, wohl aber bei einseitigem Stosse, gleich ob auf den freien oder den unterstützten Schädel. Wenn dabei die Dura intakt bleibe, aber das Bruchstück deprimiert werde, entwickle sich ein hydraulischer Druck. Bei verletzter Dura dagegen entstünden nur Quetschungen resp. Contrecoup-Quetschungen des Gehirns; ausschliesslich letztere nur bei freischwebendem Schädel. Indirekte Orbitalfracturen seien sehr wohl Folge der Einwirkung auf das Hirn. Beim Fallen oder Anschlagen des Schädels bringe das anprallende Gehirn die entstandenen Fissuren zum stärkeren Klaffen.

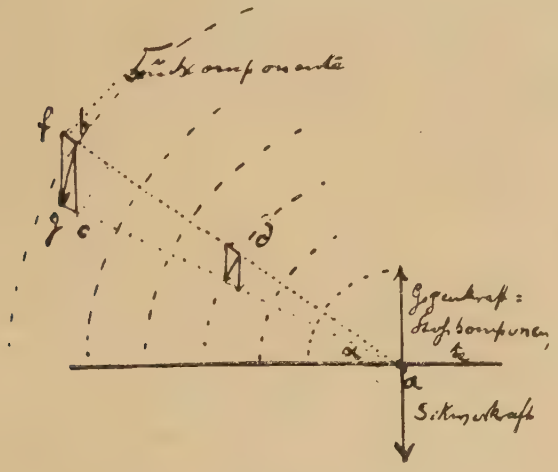
Damit ist die Litteratur, soweit sie uns zugänglich war, erschöpft. Im Folgenden werden wir nun unsere Analyse ent-

wickeln, die wir unabhängig fanden, nachdem durch ein Erlebnis in der Praxis unser Interesse für die Frage geweckt worden war. Physikalische Arbeiten über das Brechen kugeliger Gebilde sind uns nicht bekannt; wir vermögen deshalb nicht zu behaupten, dass die Physiker alle unsere Folgerungen als richtig anerkennen werden. Immerhin dürfte der grösste Teil unserer Deductionen nicht falsch sein, weil ihr Resultat sich mit den klinisch oder experimentell gefundenen Thatsachen massgebender Autoren deckt. Kann auch unsere Analyse somit nur eine, Manchem vielleicht überflüssig erscheinende Bestätigung der *Messerer-v. Wahl*'schen Theorie bieten, so bringt sie doch einige neue einheitliche Gesichtspunkte für die Erklärung der grösseren Splitterung der Lamina an der Gewaltaustrittsstelle und der Trichterform des gesetzten Loches und ferner für die doch so häufig beobachtete Bevorzugung gewisser Bahnen beim Verlauf der Fissuren, eine Wahrnehmung, die sowohl *Aran* als auch *Félicet* das Fundament zu ihren Hypothesen bot.

Um das physikalische Verhalten kugeliger und kugelförmiger Gebilde zu einer lokal auf sie einwirkenden Kraft festzustellen, müssen wir zuerst das Verhalten einer einfachen, geraden homogenen und elastischen Molekülreihe daraufhin prüfen.

Lassen wir eine solche aus einer beliebigen Höhe mit einem Endpunkte voran senkrecht zu Boden fallen. Jedes Molekül hat im Augenblicke des Aufschlagens des Endmoleküls auf den Boden dieselbe Geschwindigkeit und da sie alle homogen, demnach dieselbe lebendige Kraft. Mit dem Auffall wird aber nur das unterste in seiner Bewegung aufgehalten und seine lebendige Kraft durch den Widerstand des Bodens, der eine zweite, eine Gegenkraft darstellt, neutralisiert. Jeder andere Molekül sucht in der angenommenen Bewegungsrichtung dank seiner lebendigen Kraft weiter vorzudringen, und zwar um so stärker noch, als es weiter von der Ruhelage entfernt ist. Dadurch übt jedes entferntere auf jedes nähere einen Druck aus, der insgesammt von oben nach unten zunimmt. Infolgedessen wird eine zwischen den in reciproker Gleichgewichtslage befindlichen Molekülen bestehende, bis dahin aber latente Kraft, die Expansionskraft, ausgelöst, die um so stärker entfesselt wird, je näher die Molekule unter der Wirkung der Kraftresultate aus lebendiger Kraft und Gegenkraft einander gebracht werden sollen. Sie wirkt der Richt-

ung der versuchten Compression direkt entgegen und nimmt ab in der Richtung a nach b d. h. das Molekül b nähert sich relativ mehr dem Moleküle a als jedes andere dazwischen liegende (Fig. 1).



Die im Aufschlagen entstehende Gegenkraft machte wohl die lebendige Kraft im Aufschlagpunkte latent, so dass dieser zur Ruhe kommt. Da sie aber nach dem bekannten physikalischen Gesetz mit dem Quadrat der Entfernung abnimmt, wird die Resultante von lebendiger Kraft, die im Momente des Aufschlagens doch in allen homogenen Molekeln gleich gross, und von Gegenkraft immer grösser und damit auch (jedoch mit Bezug auf den Auffallswinkel α) die Expansionskraft (Fig. 1).

Fällt die Molekülreihe horizontal, so kommen zu gleicher Zeit alle Moleküle zur Ruhe d. h. die Gegenkraft zur lebendigen Kraft der Moleküle ist zu gleicher Zeit und gleich stark kompensierend thätig. Es kommt also auch zu keiner Compression, zu keiner Verkürzung der Reihe.

Lassen wir sie in einem Winkel zur Erde fallen, so wird die Verkürzung und damit die Entfaltung der Expansionskraft von der Grösse desselben abhängen. Dabei ist die Schwerkraft in jedem Molekel auch senkrecht thätig. Es sucht also z. B. das Endmolekül b nach unten im Verhältnis seiner Resultante aus Schwerkraft und Gegenkraft zu gelangen, was jedoch nur

mit einer Verkürzung der ganzen Molekülreihe möglich ist, da das Endmolekül a fest und unbeweglich liegt. Um also die wahre Lage des Moleküls b zu bestimmen, ist es nötig ein Kräfteparallelogramm mit der Componente: Resultante aus lebendiger und Gegenkraft (diese Zeichnung wurde, um nicht zu verwirren, stets fortgelassen) und die Componente: entfaltete Expansionskraft — letztere von a weg in der Richtung der Molekülreihe wirkend — zu zeichnen. Ihre Resultante ergibt die neue Lage g des Molekuls b (Fig. 1).

Wie es beim senkrechten Falle zu einer Verkürzung der Molekülreihe gekommen, so auch hier, aber weniger; sie ist nämlich abhängig von der Grösse des Winkels α: je mehr derselbe sich einem rechten Winkel nähert, um so grösser wird die Compression, und umso grösser die Expansionskraft. Die andere Componente wird ebenfalls um so grösser, je weiter das fallende Molekül von dem Angriffspunkt der Gegenkraft (a) entfernt ist.

Lassen wir die in allen Molekülen gleichstarke, durch den Fall entstandene lebendige Kraft ausser Berücksichtigung, so können wir uns einen Vorgang denken, wo in b bei feststehendem a eine Kraft in der Richtung b c thätig ist, welche das Molekül b und alle anderen parallel dieser Richtung, doch um so schwächer, je weiter entfernt, fortzustossen versucht (Stosskomponente *Messerer*'s[86]) und dass in dem Reihenverband der Moleküle dabei die Expansionskraft thätig wird, welche einer Annäherung der Moleküle an einander feindlich ist, folglich in der Richtung a nach b wirkt (Druckkomponente *Messerer*'s).

Prüfen wir weiter diese Verhältnisse an einer elastischen, homogenen Kreisscheibe. Von jedem Punkte der Peripherie aus kann man eine solche in unzählige, gradlienige, verschieden lange Molekülreihen zerlegen, wobei der Winkel α sich zwischen 0^0 und 90^0 bewegt. Was wir für eine einzelne fallende Molekülreihe gültig fanden, muss für jede dieser gelten. Es ergibt sich daraus:

1. Die stärkste Verkürzung der Reihen ist die in der Richtung der wirkenden Kraft.

2. Die Moleküle streben beiderseits symmetrisch unter der Wirkung der Kräfteresultante von der Kraftachse weg und zwar um so mehr (wenn auch schwächer), je weiter sie von der Kraftachse entfernt sind. Diese Divergenz tritt sehr deutlich auch am Gegenpol ein und sie erklärt, warum ein Bruch eventuell

nicht an der Aufschlagstelle, sondern auch an der ihr in der Kraftachse gegenüberliegenden, die sich wie ein Spiegelbild zu ihr verhält, eintreten kann. — Da die Expansionskraft nichts als eine durch eine andere Kraft zwischen je 2 Molekülen geweckte Thätigkeit darstellt, können wir uns an Stelle der Scheibe auch einen einfachen Reifen denken. — *E. Gurlt*[57] hat solchen Gegenbruch bei Rippen entstehen sehen. — Diese Divergenz der Moleküle von der Druckachse weg, ist der physikalische Ausdruck für die beobachtete Flachlegung der von der Kraft direkt angegriffenen Bogen.

3. Alle Molekülreihen (in ihrer Anordnung zu dem Kraftangriffspunkt) werden verkürzt und zwar um so geringer, je kürzer ihre Reihe und je kleiner der Winkel α. Hieraus folgt, dass nicht allein eine Verlagerung der Moleküle statt hat, sondern auch eine Volumsverkleinerung der Scheibe.

Chopart[28] beobachtete ein Kleinerwerden der Gehirnmasse nach einem Sturze (s. daselbst); *v. Bergmann*[170] erklärt es als Leichenerscheinung.

4. Wird der Aufschlagspunkt zur Aufschlagslinie, so wird auch der Gegenpol zur Linie d. h. verallgemeinert: entstünde ein wahrer Gegenbruch in solchem Falle, so müsste er die Form der brechenden Gewaltfläche haben, also eventuell ein Stückbruch sein (vgl. Fall von *Smith* in *v. Bergmann*,[81] der jedoch nicht genügend sicher beobachtet ist). Wir glauben auch, dass *Körber*[19] nicht mehrere gleichzeitige, sondern nur nach einander auftretende Druckachsen zur Erklärung der Zermalmungsbrüche annehmen darf.

5. Fällt die Scheibe senkrecht nicht auf ihren tiefsten Punkt, sondern seitlich davon auf, so entsteht der Gegenpol nicht diametral gegenüber, sondern in der Richtung der Schwerkraft, oder verallgemeinert: der Gegenpol liegt nicht diametral, sondern in der Kraftachse gegenüber. Da die Kraftäusserung je weiter von der Kraftachse, um so schwächer ist, steht das kleinere Segment unter einer grösseren Kraftäusserung als das grosse, kann also eher Schaden leiden.

Eine Kugel ist nun nichts anderes als unzählige, gleichgrosse Kreisscheiben dieser Art mit einem gemeinsamen Durchmesser, und analog definiert sich die Hohlkugel. Von einem Punkte der Peripherie aus kann man sie in unzählig viele, gradlienige, verschieden lange Molekülreihen zerlegen. Der gemeinsame Durchmesser sei die Kraftachse. Wie wir oben gesehen

haben, müssen alle Moleküle unter der Krafteinwirkung von der Kraftachse divergieren d. h. alle Moleküle in Breitenkreisanordnung müssen sich auf einer neuen weiteren Peripherie gruppieren (Fig. 2).

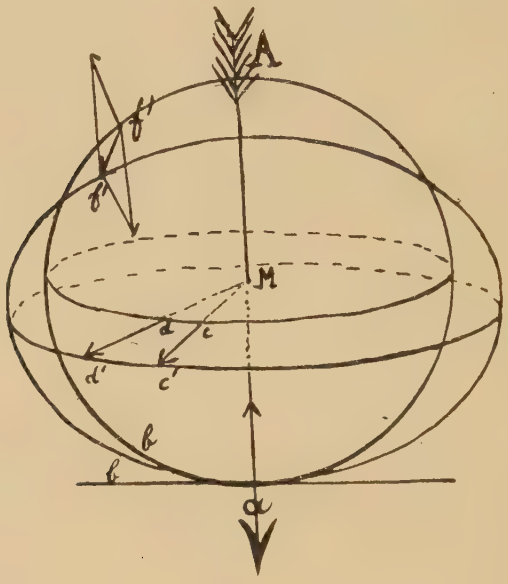


Fig. 2.

Ist nun zwischen 2 solchen Molekülen die Cohäsionskraft nicht genügend, so wird ein erweiternder Riss eintreten, der die Tendenz zeigt nach den beiden Polen zu verlaufen. Bei einer homogenen Kugel würde er am Aequator beginnen, anders, wenn schwächere Stellen zwischen Pol und Aequator liegen. — Da aber ferner die Divergenz der in gleicher Höhe zu a (Fig. 3)

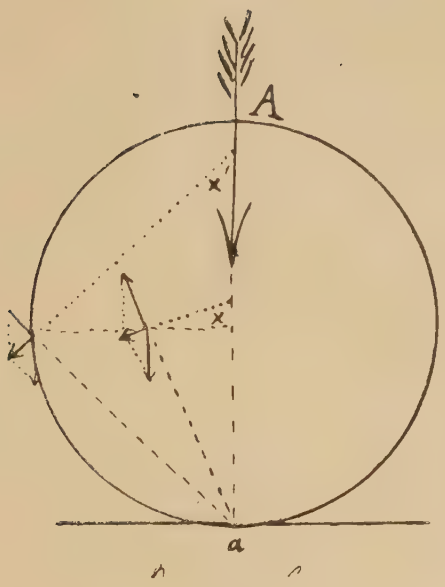


Fig. 3.

liegenden Moleküle eine verschiedene und zwar um so grössere, als sie der Achse näher gelegen ist ($\not< x > x'$), sollen sich diese der Achse näheren Moleküle auf einem relativ grösseren neuen Kreis anordnen als die weiter entfernten. Deshalb entsteht der eventuelle Riss von innen nach aussen (*v. Wahl,*[91] *Messerer*[86]).

Nun wurde oben von der Kreisscheibe bewiesen, sie zeige eine Volumsverkleinerung im Momente des Auffallens d. h. also, sie wird komprimiert. Dasselbe muss doch wohl von all den Kreisscheiben der Kugel (oder Hohlkugel) gelten. Wie kann es da aber überhaupt zu einer Bestung kommen? Wir verstehen es, sobald wir die neue Lage des Mittelpunktes in Berücksichtigung ziehen. Die Grösse der Expansionskraft ist abhängig vom Winkel α resp. von der Entfernung des Moleküls von dem Kraftangriffspunkt. Es ist also $Me^1 > be$, (Fig. 4); dagegen $Mg^1 = bg$.

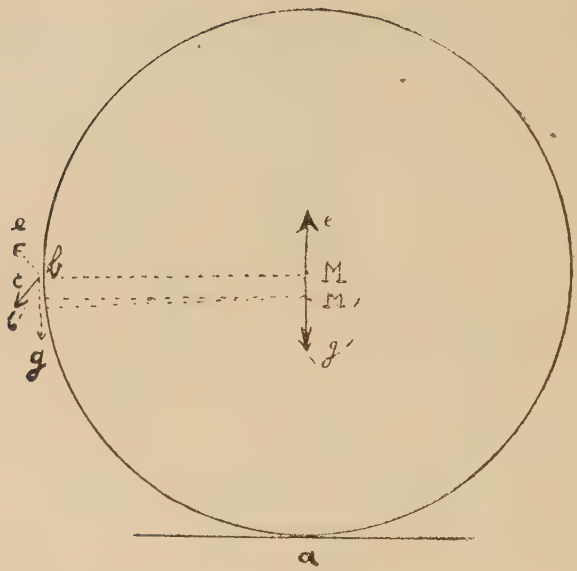


Fig. 4.

M kommt also an die Stelle M'; legt man nun dadurch eine Parallele zu Mb, so zeigt sich, dass M'b' (d. h. die neuen Lagen der Moleküle M und b) grösser ist als Mb. Es ordnen sich also thätsächlich alle Moleküle b zu ihrem früheren Mittelpunkt und Gleichgewicht auf einen grösseren Kreis an, und daher die Möglichkeit der Berstung zwischen ihnen. Es ist überhaupt nicht das absolute Verhalten der Moleküle zur Kraft, sondern ihr relatives Verhalten zu einander infolge der Kraftwirkung das ausschlaggebende.

Anstatt die Schwerkraft in a (Fig 3) als ziehend, können wir sie uns auch in A als drückend und a unterstützt denken; es ist der Fall von Compression mit Unterstützung oder sog. doppelseitiger Compression. Ist a nicht unterstützt, so wird ein Teil der in A wirkenden Kraft dazu benützt, das ganze in der Richtung der Kraft zu bewegen (Fig. 5), also sog. „einseitige Compression;“ deshalb ist zur Fracturierung bei dieser, wie *Anna Heer* [102] aus ihre Beobachtungen richtig schliesst, mehr Kraft nötig als bei doppelseitiger Compression (vergl. *v. Bergmann* [110]).

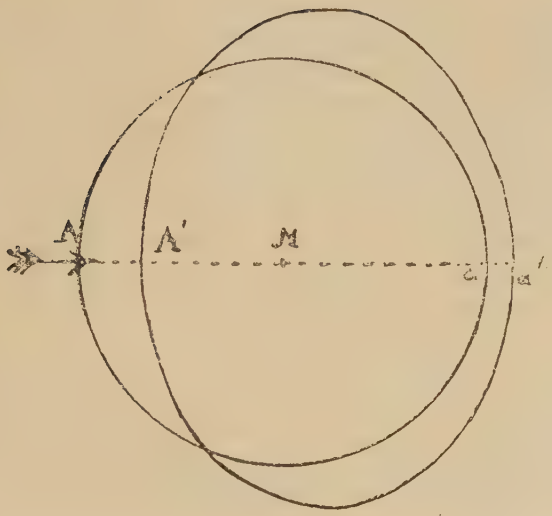


Fig. 5.

Wie an der Kreisscheibe erklärt, streben die Moleküle um so divergenter und heftiger von der Kraftachse weg, je näher sie ihr liegen. Deshalb beobachteten *Messerer*[86] und *v. Wahl*,[91] dass Schädelconvexitätsfissuren oder Klaffen ihrer Nähte eintraten, wenn die Druckachse der Convexität näher lag als der Basis. In der Lage der Druckachse liegt überhaupt die Erklärung der Häufigkeit der Basisfissuren. Die Basis stellt infolge ihrer Abflachung eine Sekantenebene an dem kugelförmigen Gebilde dar. Denken wir uns die Druckachse central verlaufend, so liegt also die Basis ihr immer näher als die Convexität; die Moleküle der Basis erhalten deshalb eine kräftigere Divergenz und, selbst gleiche Elasticitätsverhältnisse wie an der Wölbung vorausgesetzt, so können und müssen sie eher der „disruptive force“ erliegen als die ferner gelegenen und deshalb schwächer beeinflussten der Convexität. Also: es ist ein und dieselbe Ursache, welche den Berstungsbruch von innen beginnen lässt, die die Bevorzugung der Basis für Berstungsbrüche überhaupt zeitigt und die eventuell zu Convexitätsfissuren führt: nämlich die Lage der Kraftachse zu den Molekülen.

Wir fanden also, dass alle Moleküle abgesehen von der Reihe in der linearen Kraftaxe oder bei einer Kraftfläche alle

Molekülreihen über dieser und in jener Richtung — überall von der Kraftaxe infolge der Kraftwirkung divergieren, und dass diese Divergenz, wie schon gesagt, der physikalische Ausdruck für die Abflachung der Bögen am Kraftpol und Gegenpol ist. *Teevan*[61] aber nimmt zur Erklärung der isolierten Fractur der Tab. int. — eine Erklärung, die bis jetzt allgemein als richtig anerkannt wird — an, dass die Moleküle auf der Seite des Gewaltangriffes einander genähert und somit comprimiert, auf der Seite der kürzeren tab. int. aber auseinander gezerrt würden, beides infolge der Bogenabflachung; da aber nach *G. A. Rauber*[77] der Knochen eher auf Distraktion denn auf Compression zertrümmere, entstünde der Bruch also eher an der lam. vitrea.

Damit wird einmal nicht erklärt, warum oft diese Splitterung eine grössere Fläche hat, als die Oberfläche der angreifenden Gewalt. Ferner ist es doch physikalisch schwer verständlich, ja unmöglich, dass sich unter derselben Krafteinwirkung so benachbarte Moleküle derart absolut verschieden (comprimiert — distrahiert) verhalten sollten. Um es nochmals zu betonen: das absolute Verhalten der Moleküle zu der Kraft muss dasselbe sein, und ihr relatives Verhalten zu einander kann allein die Verschiedenheit der Erscheinungen bedingen.

Teevan[61] sagt etwa: Wirkt K (Fig. 6) auf a b, so wird durch Abflachung des Bogens A B die Molekülreihe a—b aneinander gepresst (a'—b'), die homolog gelegene c—d auseinander gezerrt (c^1-d^1).

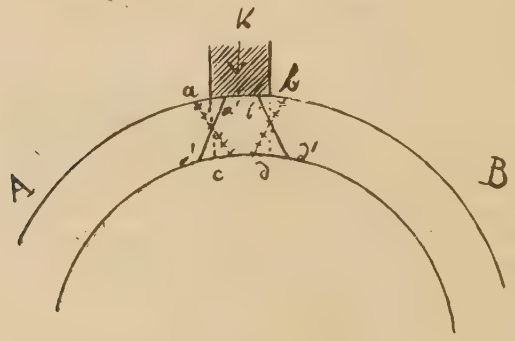


Fig. 6.

Es entsteht nun doch zwischen a^1 und a, ebenso zwischen b^1 und b nirgends ein von Molekülen freier Raum; vielmehr würden die aussen und neben a und b gelegenen Moleküle noch in den Kraftbereich gezogen, während c und d und die innerhalb neben ihnen gelegenen sogar aus dem Bereiche der Kraft gebracht würden. Kommt es nun aber zu einem Riss in der lamina interna oder perforiert die Kraft cylindrisch die Krümmung zwischen a und b und geht danach — was doch wohl beachtet werden muss, aber nicht beachtet wurde — der abgeflachte Bogen wiederum in seine normale Lage zurück, so ist leicht zu schliessen, dass der Splitter der interna kleiner (nicht grösser) als die Kraftfläche sein muss resp. dass ein trichterförmiges mit weiterer Eintritts- (sogar weiter als die Kraftfläche) und engerer Austrittsöffnung entstanden sein müsste, also umgekehrt, wie es in Wirklichkeit beobachtet wird.

Zeichnen wir uns aber einmal den Vorgang nach unserer Analyse. K sei die Kraft, A-M die Kraftachse (Fig. 7).

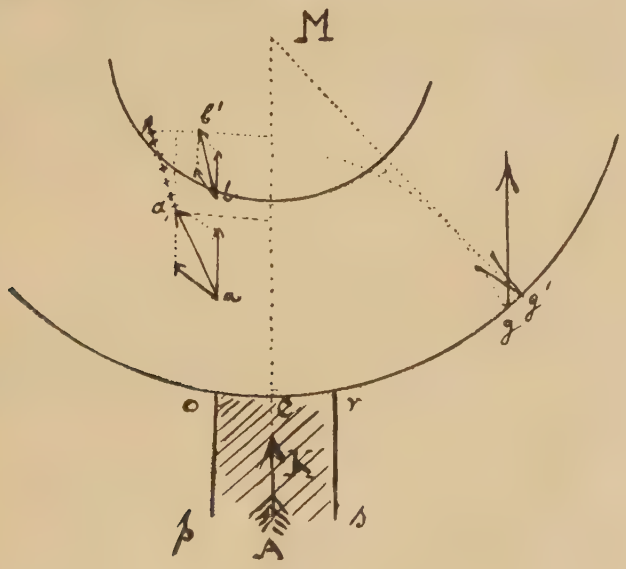


Fig. 7.

Die zum Beispiel gewählten Moleküle a und b sollen gleichweit von der Kraftaxe entfernt und in Verlängerung der Kraft-

körpergrenze o p liegen. Das Molekül a wird nun von o und r aus, weil ihnen näher gelegen, stärker beeinflusst als das Molekül b. Zeichnet man die entsprechenden Kraftcomponenten und daraus die Resultanten, so kommt a nach a^1 und b nach b^1 zu liegen. Das dem Kraftangriff nähere Molekül hat also eine stärkere Divergenz als das weiter entfernt gelegene, worin auch die Erklärung liegt, warum überhaupt ein Bruch vor allem an der getroffenen Stelle entsteht. a' liegt nun von der Kraftachse A M weiter entfernt als b^1. Wie schon oben argumentiert, kann aber doch ausserhalb von b^1 kein molekelfreier Raum sich bilden, sondern es werden einfach die benachbarten Moleküle herangezogen ($b' \beta$). Schlägt nun die Gewalt cylindrisch derart durch, dass a^1 noch mitgerissen wird, so reisst sie auch diese herangezogene Moleküle mit heraus; und kehrt dann der Bogen in seine alte Krümmung zurück, so muss nun die Austrittsöffnung grösser als die Eintrittsöffnung sein d. h. es ist der bekannte, sich erweiternde Trichter entstanden — alle andern sonst als ursächlich bezeichneten Momente für die Entstehung dieser Form sind unser Erachtens nur unterstützender Natur, — wenn auch im Momente des Durchlochens nur ein Cylinder, nicht ein Trichter von der durchbohrenden Gewalt gesetzt wurde. Wirkt aber die Kraft so rasch, dass eine Beeinflussung der Moleküle a und b nur von o, nicht von r aus stattfinden kann (= Druckcomponente *Messerer*'s), so werden a und b nur in der Richtung parallel A M fortbewegt (= Stosscomponente *Messerer*'s), d. h. es entsteht ein glatter Cylinder.

Wie bildet sich nun nach dieser Erklärung die grössere Splitterung der lamina interna? Höchst einfach: a^1 trifft in seiner Bewegung nicht das vorher homolog zu ihm gelegene b^1, sondern ein Molekül ausserhalb desselben. Ist a^1 nun imstande, dieses aus seiner Lage zu reissen und kehrt dann es selbst und der Bogen in seine Lage zurück, so muss die gemachte Splitterung grösser sein, als die Kraftfläche war.

Bei allen Untersuchungen haben wir den Radius nicht zu berücksichtigen gebraucht, so auch hier; es ist dashalb gleichgültig ob der Bogen positiv, negativ oder unendlich, d. h. eine Fläche ist. Für das Verhalten der Moleküle ist nur massgebend ihre Lage zur Kraftachse und ihre Entfernung von dem Kraftangriff. Es ist auch gleich, ob ein vollständiger Kreis oder nur ein Kreisbogen vorhanden ist, wie ja wirklich *Hector Treub*[95] es für die von der Basis abgesägte Calvaria nachgewiesen hat.

Nun wäre speziell noch eine Thatsache der Schädelfissuren zu erklären: die Bevorzugung gewisser Wege auf ihrem Zug zur Basis. Das „Gesetz“ *Aran*'s[59] von dem Verlaufe der Fissuren auf dem kürzesten Wege wurde von *Hewett-Prescott*[50] in 36 %, von *Arnold Schwartz*[71] in 39 % ihrer Fälle bestätigt gefunden, und *v. Bergmann*[81] erklärt die mittlere Schädelgrube für bevorzugt. Das muss doch seinen guten Grund haben. Wir erklären es uns folgendermassen: Nehmen wir ein Ellipsoid; wir können dasselbe aus 2 Kugelkalotten (vorn und hinten) und einer Kugelzone (mitten) bestehend denken. Greift nun in einem Punkte der Oberfläche gleichweit von den Polen und senkrecht zur langen Achse eine Kraft an, und zerlegen wir uns von ihrer Kraftachse aus das Ellipsoid in lauter Scheiben, so ist nur eine Scheibe kreisrund, alle andern sind elliptisch, um so mehr, je näher der Schnitt an den Polen. Es sind also die 2 beiderseits neben dem Kreisschnitt gelegenen Moleküle der Kraftachse relativ am nächsten; sie werden also deshalb — wie oben erklärt wurde — von der Kraft stärker beeinflusst als je 2 andere homolog gelegene Moleküle auf dem Aequator des Ellipsoids; ferner aber ist die Divergenz der in ihnen thätig werdenden Kräfte eine stärkere als in jenen 2 anderen Molekülen (Fig. 8). Daher kommt es eventuell zu einem Berstungsriss, der in der Richtung des Kreises d. h. also auf dem kürzesten Wege zur

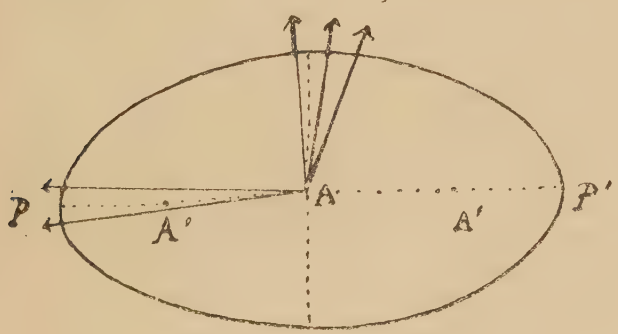


Fig. 8.

Grundfläche ziehen muss. Deshalb bevorzugen Schläge auf den Scheitel mehr die mittlere Schädelgrube, namentlich bei ovoiden Schädeln. — Liegt aber die Kraftachse weiter nach vorn oder hinten (A'), wo die Calotten vorhanden und es mehrere gleich-

grosse, die Calotte eben bildende Kreisbögen gibt, so kann hier die Fissur in verschiedenen Verticalebenen, aber immer in der Richtung der Kraftachse, zur Basis verlaufen. Diese Beobachtung brachte *Félicet*[74] zur Annahme seiner „région indifférente“ auf der Höhe des Scheitels, und *Messerer*[86] behauptet dasselbe. Vor allem wird dieses Verhalten bei kugelförmigen Schädeln eintreten, und so hat auch *Küttlinger*'s[43] Behauptung von der Wichtigkeit der Schädelform für den Verlauf und Entstehung der Fissur ihre Berechtigung.

Körber[99] meint, dass die Richtung der Berstungsspalten keinen Aufschluss über die Lage der Ebene (horizontal, vertikal, diagonal) gebe, in der die Kraft am Schädel angegriffen habe. Dieser Ansicht sind auch wir; nicht aus der Fissurrichtung, sondern höchstens mit Berücksichtigung der Fissurlänge, wie aus unserer Analyse unschwer zu verstehen ist, könnte man, aber wohl recht selten, auf die Lage der Angriffsebene richtig schliessen.

Um das Zustandekommen eines „Biegungsbruches“ zu erklären, nehmen wir an, dass die Totalelasticität des kugelförmigen oder ellipsoiden Gebildes nicht ganz in Anspruch genommen wird d. h. sich eine Grenze findet, von wo ab die Moleküle in ihrer Ruhelage zu einander und zu dem Mittelpunkte des Gebildes oder Gebildteiles nicht mehr alteriert werden. Es fällt also hier die sogenannte Druckcomponente weg und die Stosscomponente wirkt allein oder wenigstens im Uebergewicht. Ist g (Fig. 7 rechts) das Grenzmolekül, so wird es, um die Folgen einfach zu versinnlichen, etwa parallel c M durch die Kraft vorgeschoben und gleicher Weise so alle auf dem mit c g um c geschlagenen Bogen gelegenen Moleküle, während die Ruhelage der übrigen ausserhalb dieses Bogens befindlichen Moleküle, in radienförmiger Anordnung gedacht, zum Mittelpunkt bleibt. Ist die Verschiebung der bewegten Moleküle über die Elasticitäts- resp. Cohäsionsgrenze vorgeschritten, so kommt es an der Grenze zu einer Trennung der Moleküle, und zwar verwandelt sich auch hier die comprimirende Kraft in eine distrahierende.

Greder[76] äussert, dass es manchmal den Anschein habe, „als ob ein Bruchstück ähnlich auf ein anderes gewirkt habe, wie der Atlas auf die Basis occipit . . . Es lässt sich auch gegen eine solche Annahme theoretisch nichts einwenden etc.“ Das widerspricht unserer Erklärung nicht; denn es ist keine andere Erklärung, sondern nur eine Analogie. Ein solcher Bruch ent-

steht, wie *Hector Treub*[95] von seinen Krummbiegungsbrüchen behauptet, von aussen nach innen.

Dass aber auch ein *Treub*'scher[95] Krummbiegungsbruch in der aequatorialen Zone bei Inanspruchnahme der totalen Elasticität vorkommen kann, lässt sich unseres Erachtens folgendermassen begründen: Es seien a A a B vier zu der aequatorialen Achse M T (Fig. 9), homolog gelegene Moleküle der fallenden Kugel. Die entsprechenden Kraftcomponenten sind: einmal die Resultanten aus Schwer- und Gegenkraft, welche bei den Molekülen b und B gleich gross, ebenso in a und A, in letzteren aber grösser als in den ersteren ist, und weiter die jeweilig in Aktivität tretende Expansionskraft, welche in der Reihenfolge b B a A abnimmt. Die dazu gehörigen verlängerten Resultanten

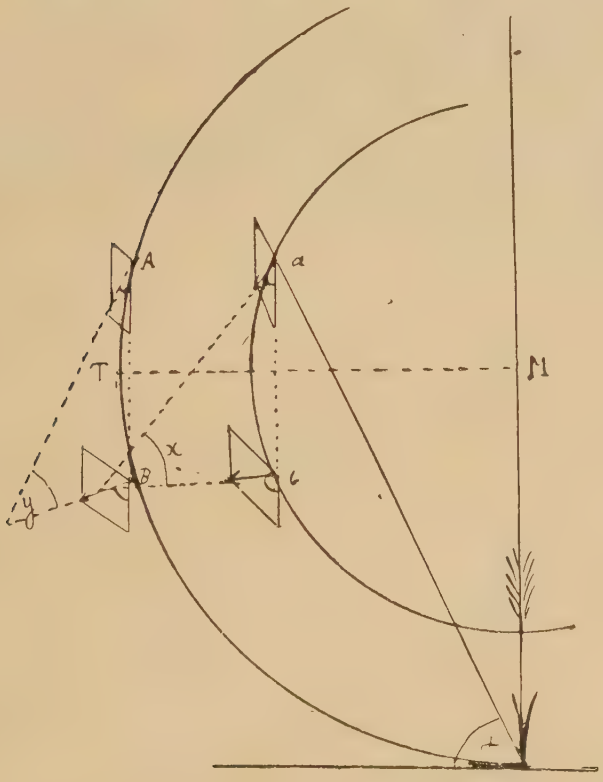


Fig. 9.

schneiden sich unter den $\sphericalangle$ x und y. — Mit Berücksichtigung der verschiedenen Winkel α ist es nun mittels des Tangens-Satzes nicht schwierig zu berechnen, dass $\sphericalangle$ b > a, ebenso $\sphericalangle$ B > A; ferner ist (vgl. Fig. 3) $\sphericalangle$ b > B, ebenso $\sphericalangle$ a > A. Es ist nun aber $\sphericalangle$ b = x + a, desgleichen $\sphericalangle$ B = y + A, woraus sich x = b — a und y = B - A ergibt.

Wäre x = y, so hiesse das: die Moleküle um den Aequator bewegen sich unter der Krafteinwirkung divergent von der Kraftachse weg, aber parallel unter einander. Das bedingte jedoch eine Formerhaltung des Bogens, keine Formveränderung. Es darf also x nicht gleich y sein und zwar ist x > y aus bestimmten Gründen, d. h. die Moleküle a und b laufen convergenter aufeinander zu als die Moleküle A und B, wodurch also bei diesen relativ eine Spannung entsteht, die zum Bruche führen kann. Dieser Bruch beginnt also aussen und verläuft aequatorial, nämlich senkrecht zur Druckachse.

Es wird also die Verschiedenheit aller Bruchformen, ob direkte oder indirekte, ob durch Berstung oder Biegung entstanden, bedingt durch das relative Verhalten der Moleküle zu einander, während ihr absolutes zu der Kraft ein durchaus gleiches ist und bleibt.

Litteratur-Verzeichnis.

1. Ἱπποκράτους περὶ τῶν ἐν κεφαλῇ τρωμάτων. Graecor. chirurg. libri e collect. Nicetae. 1754.
2. *Aul. Corn. Celsus* de medicina libri octo. Liber VIII.: de calvaria fracta Lugd. Batav. 1746.
3. Σωράνοτ περὶ σημείων καταγμάτον. ἐπὶ κρανίου. — Graec. chir. libri e collect. Nicetae. Florent 1754.
4. *Cl. Galeni* Pergamensis omnia, tum quae antehac extabant, tum quae nunc primum inuenta sunt opera in latin. linguam conversa etc. Lugduni 1550.
5. Ὀριβασίου περὶ καταγμ. ἐκ τ' Ἡλιοδώρου περί θλάσματος. Graec. chir. libri e collect. Nicetae. Florent 1754.
6. *Pauli Aeginetae* totius rei med. libri VII. Basileae 1556.
7. *Gabriel. Fallopii* opusc. tria. II. Expos. in lib. Hippocr. de vulneribus capitis. Venet. 1569.
8. *Ambroise Paré*, les oeuvres de chirurgie. V. Paris 1575.
9. *Joann. Bapt. Carcani Leonis*, de vulner. capitis lib. absol. sermo secund. Mediolani 1583.
10. *Petrimartyris Troni Novariensis*, de ulceribus et vulneribus capitis. Ticini 1584.
11. *Petri Paaw* Amstelodamensis succentur. anatom. continens commentar. in Hippocr. Lugdini Batav. 1616.
12. *A. Cornelii Celsi* de re medic. liber octavus, eius priora quatuor capita commentariis illustrat. a Petro Paaw. Lugd. Batav. 1616.
13. *Jo. Baptist. Cortesii Bononiensis* tractatus de vulneribus capitis. Messanae 1632.
14. *Jaques Guillemeau.* Les oeuvres de chirurgie. De la contrefente aux os de la teste. Rouen 1649.

15. *Isbrandi de Diemerbroeck* opera omn. anatom. et med. Altrajecti 1685.

16. *Wagnerus,* Sur les contrecoups. Haller's collection de Thèses. Tome I. Paris 1757.

17. *Jacobi Berengarii Carpensis* de fract. cranii liber aureus pars II. Lugduni Batav. 1715.

18. *Henr. Sigism. Stosch.* Diss. med. inaug., sistens Resonitum experientia comprobatum. Argentorati 1723.

19. *Hunauld,* Recherches anatom. sur les os du crâne de l'homme. In Histoire de l'Académie 1730. Paris 1732.

20. *Anton Louis* Receuil d'observations d'anatomie et de chirurgie pour servir de base à la théorie des lésions de la tête par contrecoup. Paris. 1756.

21. *Petro van Musschenbroek,* Introductio ad philosophiam naturalem. Lugd. Batav. 1762.

22. *Aurran,* Observations sur les contrecoups, qui tendent à prouver qu'on peut découvrir sûrement l'endroit fracturé, selon le lieu quia reçu le choc. — Journal de méd., chir. pharmacie etc. Paris 1764. Tome XXI.

23. *Méhé de la Touche,* Traité des lésions de la tête par contrecoup. Meaux 1773.

24. *Van Swieten,* commentaries on Boerhaaves Aphorisms. Translation. Edinburgh 1776.

25. *Jo. Baptistae Morgagni* de sedibus et causis morborum. Lib. IV. Venet. 1762.

26. *Bazille,* Exposer les effets des contrecoups dans les différentes parties du corps autre que la tête et les moyens d'y remédier. Prix de l'acad. roy. de Chir. Tome IV. 2. 1778.

27. *Grima,* Mémoire sur les contrecoups dans les lésions de la tête. Prix de l'acad. roy. de chir. Tome IV. 1778.

28. *Chopart,* Mémoire sur les lésions de la tête par contrecoup. Prix de l'acad. roy. de chir. 1778.

29. *Saucerotte,* Mémoire sur les contrecoups dans les lésions de la tête. Prix de l'academ. roy. de Chir. 1778.

30. *Sabourant,* Mémoire sur les contrecoups dans les lésions de la tête. Prix de l'acad. roy. de Chir. 1778.

31. *Ch. Goupil.* Dissertation sur les contrecoups dans les blessures de la tête. Paris 1815.

32. *Sir Charles Bell,* Surgical observations. Vol. I. Edinburgh 1816.

33. *G. Fricke,* Prakt. Bemerkungen über die Lehre von den Kopfverletzungen. Annalen der chir. Abteil. des allgem. Krankenhauses in Hamburg 1828.

34. *v. Kern,* Abhandlung über die Verletzungen am Kopfe und die Durchbohrung der Hirnschale. Wien 1829.

35. *Jac. Reiser,* Ueber die Brüche der Schädelknochen. In. Diss. Ingolstadt 1836.

36. *Boyer*, Vollständiges Handbuch der Chirurgie. V. Band. In's Deutsche übersetzt von *Kajetan Textor.* Würzburg 1837. Auch citiert nach *Michel*,[44] *Forgues.*[66]

37. *J. F. Malgaigne,* Traité d'anatom. chirurg. et de chir. expérim. Paris 1838.

38. *Chassaignac,* Des lésions traumatiques du crâne. Thèse de concours 1842.

39. *Aran,* Recherches sur les fractures de la base du crâne. — Archives générales de médec. 4 série 1844.

40. *G. J. Guthrie.* On injuries of the head etc. London 1847.

41. *Bérard, Denonvilliers et Gosselin*, Compendium de chirurgie prat. etc. Paris 1851.

42. *Sigmund A. J. Schneider,* die Kopfverletzungen. Stuttgart 1848.

43. *Schmitt, Bachmann* und *Küttlinger,* Einige auserlesene med.-gerichtl. Abhandlungen. III. Nürnberg 1813.

44. *Léon François Michel,* Quelques considér. sur le crâne surtout au point de vue des fractures. Thèse Paris 1854.

45. *Victor Bruns.* Die chirurg. Krankheiten und Verletzungen des Gehirns und seiner Umhüllungen. Tübingen 1854.

46. *Ulysse Trélat,* Des conditions de résistance du crâne. Bullet. de la société anatom. Paris 1855.

47. *Hilton.* Notes on some of the Developmental and functional Relations of certain portions of the cranium. Selected by *Fred. Will. Paytec* London 1855.

48. *C. O. Weber*, Chirurg. Erfahrungen und Untersuchungen. Berlin 1859.

49. *Ch. Houel,* Manuel d'anatom. patholog. générale et appliquée. Paris 1862.

50. *Hewett Prescott.* Lectures on the Anatomy, Injuries and Diseases of the head. Med. Times and Gazette XVII. 1858.

51. *E. Berchon,* Théorie nouvelle sur le mécanisme de certaines fractures de la base du crâne. — Bullet. de la soc. anat. 1862.

52. *H. Meyer,* Einige Fälle interessanter Heilung von Schädelverletzungen nebst einigen Bemerkungen über die Berechtigung der Annahme einer grösseren Sprödigkeit des sog. lamina interna des Schädeldaches. Archiv f. klin. Chir. 1862.

53. *B. Beck,* Ueber isolierten Bruch der Glastafel. Arch. f. klin. Chir. 1862.

54. — — Die Schädelverletzungen. Freiburg. 1865.

55. — — Zur Diagnose und Prognose der Brüche des Schädelgrundes. Arch. f. klin. Chir. 1867.

56. — — Chirurgie der Schussverletzungen. Freiburg 1872.

57. *E. Gurlt,* Handbuch der Lehre von den Knochenbrüchen II. Hamm 1863.

58. *F. Chauvel,* Essai sur les fractures du crâne. Thése Paris 1864.

59. *L. Stromeyer,* Handbuch der Chirurgie II. Freiburg 1864.

60. *H. Friedberg,* Zur Entstehungsweise und Diagnose der Fractur des Orbitaldaches. Arch. f. path. Anat. 1864.

61. *W. F. Teevan,* Experimental Inquiries into certain Wounds of the skull. — The brit. and foreign med.-chir. revien. vol. XXXIV. 1864.

62. — — The brit. and foreign med.-chir. review. 1865.

63. *Luschka,* Anatomie des menschlichen Kopfes. Tübingen 1867.

64. *Lucae,* Architektur des Menschenschädels. Frankfurt a.M. 1857.

65. *F. Cauvy,* Des fractures du crâne. Thése de Montpellier 1868.

66. *L. D. Forgues,* Mécanisme des fractures du crâne. Thèse Strasbourg 1869.

67. *H. Strauss,* Du trépan dans les cas de fractures directes de la table vitrée du crâne. Thèse Strasbourg 1869.

68. *R. Wehse,* Zur Diagnose der Schädelbrüche. Inaug.-Diss. Breslau 1869.

69. *T. Holmes,* A system of surgery. Vol. II. London 1870.

70. *J. Neudörfer,* Handbuch des Kriegschir. und Operationslehre. Leipzig 1872. In „Deutscher Zeitschrift für Chir. 1873" besprochen.

71. *Arnold Schwartz,* Zur Statistik der Fracturen der Schädelbasis. Inaug.-Diss. Dorpat 1872.

72. *B. Zucker,* Brüche des Schädelgrundes. In.-Diss. Breslau 1872.

73. *H. Fischer,* Kriegschir. Erfahrungen. I. Vor Metz. Erlangen 1872. Citiert nach Deutscher Zeitschrift f. Chir. 1873.

74. *G, Félicet,* Recherches anatom. et expériment, sur les fractures du crâne. Thèse de Paris 1873.

75. *v. Arlt,* Ueber die Verletzungen des Auges, Wien 1875.

76. *Cohnstein,* Ueber Zangenapplication bei Beckenenge. Archiv f. path. Anatomie etc. 1875.

77. *G. A. Rauber,* Elasticität und Festigkeit der Knochen. Leipzig 1876.

78. *W. Baum,* Beitrag zur Lehre von den indirekten Schädelfracturen. Archiv f. klin. Chirurgie 1876.

79. *Maur. Perrin.* Les fractures du crâne par contrecoup. Gaz. des hopitaux 1878.

80. *Fr. W. Risse,* Casuistische Beiträge zur Lehre von den indirekten Schädelfracturen. In.-Diss. Würzburg 1878.

81. *v. Bergmann,* Die Lehre v. d. Kopfverletzungen. Stuttgart 1880.

82. *G. Rücker,* Experim. und casuistische Beiträge zur Lehre von der Höhlenpression bei Schussverletzungen des Schädels. In.-Diss. Dorpat 1881.

83. *Tiling* in Petersburger med. Zeitschrift 1880, citiert nach *Rücker.*[81]

84. *Jul. Schranz,* Untersuchung über das Entstehen von Schädelbrüchen. Med. Jahrbücher von *Stricker* 1881.

85. *Nicolai Hermann,* Experimentelle und casuistische Studien über Fracturen der Schädelbasis. In.-Diss. Dorpat 1881.

86. *O. Messerer,* Ueber Elasticität und Festigkeit der menschlichen Knochen. 1880 Stuttgart.

87. — — Experimentelle Untersuchungen über Schädelbrüche. Müchen 1884. Centralbl. f. Chir. 1884.

88. — — Ueber die gerichtlich-medicin. Bedeutung verschiedener Knochenbruchformen. Friedreich's Blätter für gerichtliche Medicin und Sanitätspolizei. Bd. 36. 1885.

89. *Jos. Hyrtl,* Handbuch der topograph. Anatomie. Wien 1882.

90. *W. Roser,* Handbuch der anatom. Chirurgie. Tübingen 1883.

91. *Ed. v. Wahl,* Ueber Fracturen der Schädelbasis. Leipzig 1883.

92. — — „Zurechtstellung" von Prof.-Centralblatt f. Chir. 1887.

93. — — Demonstration einer Sammlung von Fracturen der Schädelbasis. Verhandl der deutsch. Gesellsch. f. Chir. 1888.

94. *Charles B. Nancrede,* Injuries on the head. Internat. Encyclop. of. sugery. New-York 1884. Vol. V.

95. *Hector Treub,* Kritische en experimentele onderzoekingen over het mechanisme der Schedelbasisfracturen. — Autorref. im Centralbl. f. Chirurg. 1884.

96. *Greder,* Experiment. Untersuchungen über Schädelbasisbrüche. Deutsche Zeitschr. f. Chir. 1886.

97. *Ch. W. Dulles,* The mechanism of indirect fractures of the skull. Philadelphia 1886.

98. *W. Greiffenhagen.* Ueber den Mechanismus der Schädelbrüche. Inaug.-Diss. Dorpat 1887.

99. *B. Körber,* Gerichtsärztliche Studien über Schädelfracturen nach Einwirkung stumpfer Gewalten. Zeitschr. f. Chir. 1889.

100. *G. v. Knorre,* Casuistische Studien über Schädelfracturen. In.-Diss. Dorpat 1890.

101. *Anna Heer,* Ueber Schädelbasisbrüche. Züricher In.-Diss. Tübingen 1892.

102. *Kocher,* Chirur. Beiträge zur Physiologie des Gehirns und Rückenmarkes. Deutsche Zeitschrift f. Chir. 1893.

103. *M. Matthaei,* Ein Fall von Ringfractur der Schädelbasis durch Sturz vom Pferde. In.-Diss. Erlangen 1886.

104. *C. Evler.* Ueber Schädelverletzungen bei Einwirkung stumpfer Gewalt (incl. Schüssen) unter besonderer Berücksichtigung ihres Entstehungsmechanismus. In.-Diss. Berlin 1891.

105. *Edg. Bohl,* Studien zur Lehre vom Mechanismus der Schädelfracturen. In.-Diss. Jurjens 1894.

106. — — „In Sachen der Schädelbrüche." Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 43. 1896.

107. *G. Luda,* Die Verletzungen des knöchernen Schädels mit stumpfen Säbeln in forens. und kriegschir. Beziehung und unter besonderer Berücksichtigung ihres Entstehungsmechanismus. In.-Diss. Berlin 1897.

108. *van Nes,* Ueber Schädelbasisbrüche. Deutsche Zeitschrift f. Chir. Bd. 44. 1897.

109. *W. Ipsen.* Die indirekten Orbitaldachfracturen. In.-Diss. Greifswald 1898.

110. *E. v. Bergmann,* Verletzungen und Erkrankungen des Schädels und seines Inhaltes. Handb. d. pract. Chir. v. Bergmann, Bruns und Miculicz, Band I, 1900.

111. *Eug. Schlesinger,* Die Basisfracturen des Kopfes in ihrer forensischen Beziehung. Vierteljahrsschrift für gerichtl. Medicin und öffentl. Sanitätswesen. III. Folge, XIX, 1900. Supplement.

112. *R. Wanker,* Zur Lehre von den Brüchen der Schädelbasis. In.-Diss. Göttingen, 1900.

113. *E. Quénu et R. Tesson,* Des fractures postéro-antérieures (paramédianes) de la base du crâne. Revue de Chir. Citiert nach Centralbl. f. Chirurg. 1901.

114. *O. Tilmann,* Über Hirnverletzungen durch stumpfe Gewalt und ihre Beziehungen zu den Brüchen des knöchernen Schädels. Archiv f. klin. Chirurgie, Bd. 66, 1902. Citiert nach Allg. med. Centralzeitung. Berlin 1902.

115. *Kusmin,* Zur Frage über den Mechanismus der Schädelfracturen. VIII. Congress russ. Naturforscher und Ärzte. Citiert nach Edg. Bohl[105].

Lebenslauf.

Ich, Friedrich Wilhelm Christian Andreas Schroen, evangelischer Confession, wurde am 7. Februar 1868 zu Kassel (Prov. Hessen) geboren, besuchte von 1874 bis 1878 das Lyceum zu Strassburg i/E., wohin mein Vater als Eisenbahnsekretär versetzt worden war, von 1878 ab das Metzer Lyceum, das ich Herbst 1887 mit dem Maturum verliess. Ostern 1888 bezog ich die Universität Marburg, wo ich ausser einigen philologischen Vorlesungen (Sanskrit und Neupersisch bei Herrn Prof. Dr. Justi) die Vorlesungen und practischen Uebungen der Herren Prof. Prof. Dr. Dr.

Ahlfeld, Braun, v. Büngner, Gasser, Goebel, Greeff, Külz, Lahs, Marchand, Melde, Meyer, Rumpf, Strahl, Tuczck, Wagener und Zinke

besuchte. Nachdem ich den Sommer 1891 Krankheits halber im Elternhause verlebt hatte, hörte ich in den folgenden Semestern in Strassburg i/E. die Herren Prof. Prof. Dr. Dr.

Fischer, Freund, Fürstner, Hoche, Hoppe-Seiler, Jössel, Kohts, Laqueur, Levy, Lücke, Naunyn, v. Recklinghausen, Schmiedeberg, Stilling und Ulrich.

Im Februar 1894 approbiert liess ich mich im April desselben Jahres in Moulins bei Metz als practischer Arzt nieder und verzog im November 1898 von dort nach Uettingen in Unterfranken.